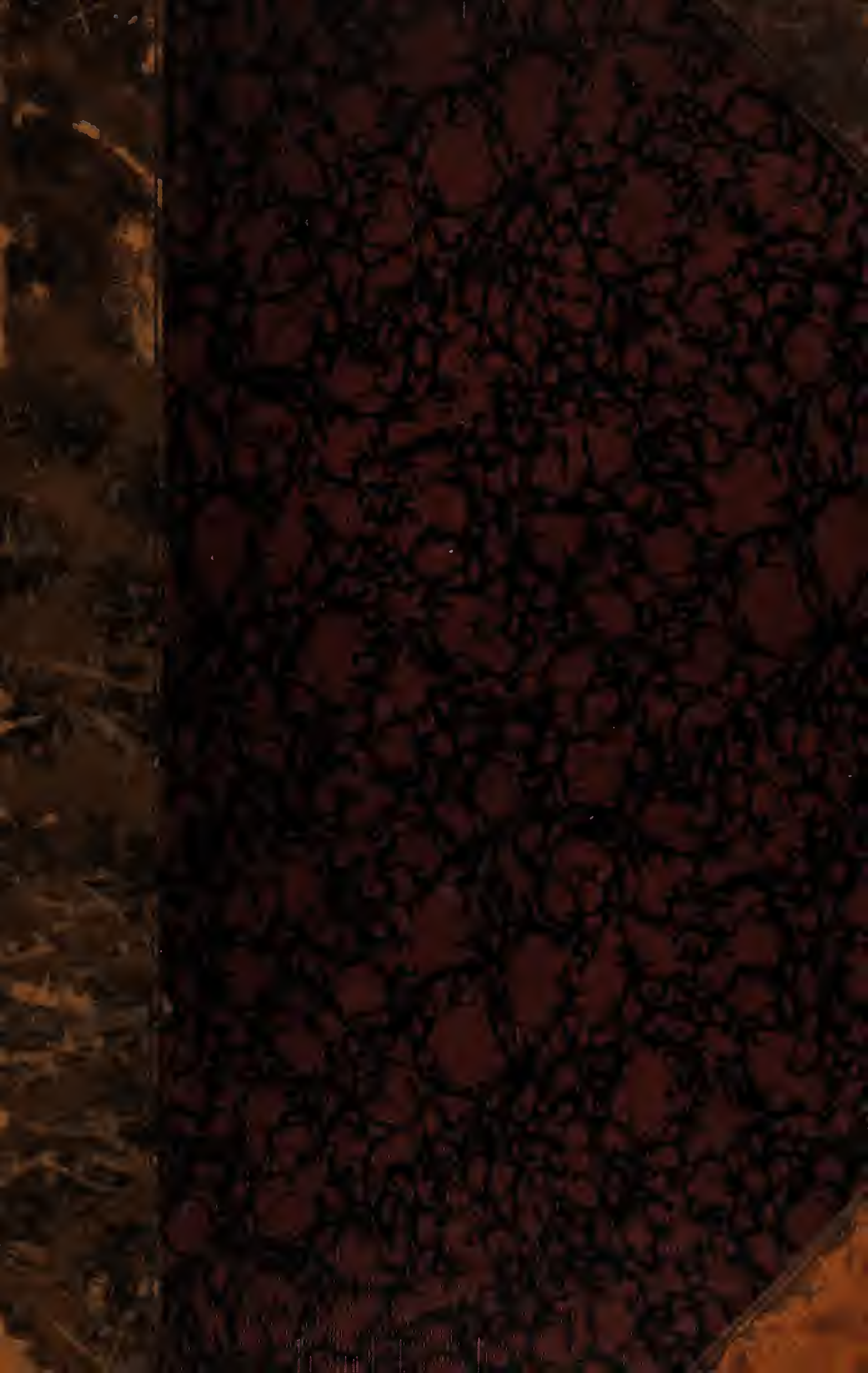




Place Behind J Q

Presented by

....

.... *192*



22101930149

Med
K22854

Rogers Field
1879

Digitized by the Internet Archive
in 2018 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/b29314495

TRAITÉ PRATIQUE

DU

CHAUFFAGE, DE LA VENTILATION

ET DE LA

DISTRIBUTION DES EAUX

DANS LES HABITATIONS PARTICULIÈRES

A L'USAGE

DES ARCHITECTES, DES ENTREPRENEURS
ET DES PROPRIÉTAIRES

PAR

V. CH. JOLY

DEUXIÈME ÉDITION
REVUE, CORRIGÉE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE
Avec 375 figures dans le texte

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE
J. BAUDRY, LIBRAIRE-ÉDITEUR
15, RUE DES SAINTS-PÈRES

1873

Tous droits de traduction et de reproduction réservés

WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY

Coll	welMOmec
Call	
No	WA

INTRODUCTION

A LA PREMIÈRE ÉDITION.

Parmi les applications modernes de la science au bien-être et à la santé de l'homme, les plus arriérées sont celles qui ont rapport au Chauffage et à la Ventilation, soit que l'on applique ce chauffage à l'air ou à l'eau nécessaires aux différents besoins de la vie. Nos habitations, faites pour un climat tempéré, sont incommodes dès que le thermomètre descend au-dessous de — 5°, ou s'élève au-dessus de + 25°; elles deviennent insalubres dès qu'il s'y réunit un grand nombre de personnes. Sous le rapport de la ventilation, y a-t-il rien de plus arriéré que l'état de nos théâtres et de nos lieux publics de réunion? Sous le rapport de l'application de l'eau aux usages domestiques, n'avons-nous pas un immense progrès à faire pour égaler les peuples voisins?

Il est encore, parmi nous, certains anachronismes bien étranges : nos neveux auront peine à croire, qu'en l'an de grâce 1868, on voyait encore dans les rues de Paris, la hui-

tième merveille du monde, des hommes et même des femmes, attelés à des tonneaux et montant de l'eau sur leurs épaules aux divers étages de nos maisons. Pourquoi ne pas faire en France, dans un but de salubrité publique, ce qu'on fit à New-York, lors de l'introduction de la rivière du Croton? On mit sur les propriétés le « Water Tax, » ou impôt de l'eau, c'est-à-dire, qu'après dix ans, chaque propriétaire dut payer un abonnement, qu'il introduisît ou non l'eau dans sa maison. N'est-ce pas une mesure du même genre qui impose aux propriétaires de Paris, l'obligation de remettre à neuf la façade de leurs maisons tous les dix ans? Si nous jetons les yeux sur nos hôtels à voyageurs, hormis quelques exceptions, il n'y en a pas où un voyageur fatigué puisse trouver, après un long trajet, le premier de tous les soulagements, un bain confortable à côté de son lit. Que vous donne-t-on dans une chambre française, quelque richement décorée qu'elle soit? un lit, un secrétaire, quelques chaises. Quel est cependant le premier de tous les besoins, après un long séjour en chemin de fer? n'est-ce pas un bain? Pourquoi ne pas avoir cette jouissance sous la main, ou au moins à tous les étages, quand on perd inutilement les trois quarts de la chaleur des fourneaux de cuisine et que pour une très-minime dépense on peut ajouter cette jouissance aux autres?

Lorsqu'on va du pôle à l'équateur, il est assez étrange que les habitudes de propreté soient juste en raison inverse des nécessités imposées par le climat; c'est à un tel point que les législateurs anciens ont dû faire des ablutions un acte religieux. A l'heure qu'il est, si nous nous comparons aux races anglaise, hollandaise et américaine, c'est là que nous trouverons les

habitudes de propreté les plus générales et l'usage de l'eau le plus répandu. En Angleterre, aux États-Unis, il n'est presque pas une maison qui n'ait de l'eau chaude et froide dans tous les appartements. La France, pays des grandes conceptions, est, par contre, la terre classique de la routine. A Paris, on commence à avoir l'eau froide dans les cuisines, mais, depuis quelques années seulement. Cette eau bienfaisante a monté timidement de la cour aux cuisines; on la craint partout ailleurs; mais l'eau chaude, mais le bain, pourquoi ne pas l'introduire aussi? Bien des propriétaires en ont peur! Pourquoi n'aurions-nous pas, comme ailleurs, des bains partout à toute heure, et sans frais? Le bain n'est pas un acte ordinaire de la vie physique. On ne peut pas le prendre à tous les moments du jour; c'est un agent qui vous tue ou qui vous donne la vie, suivant sa durée, sa température, sa composition, suivant l'âge, l'état de santé, le moment de la digestion, etc.; sortir de chez soi, aller dans un établissement public, s'exposer au froid extérieur ensuite, dans tout cela, il y a perte de temps et de comfort. Pourquoi ne pas avoir cet avantage du bain, à côté de son lit, comme on y a un secrétaire ou une commode? Rien de plus simple et nous voulons en donner les moyens. Le comfort est un mot, mais c'est aussi une chose moderne et plutôt une chose anglaise que française, comme le mot lui-même. Je viens de dire qu'il fallait un bain partout et surtout près de son lit. Un lieu où la baignoire est indispensable, c'est le sous-sol, pour l'usage des domestiques; la dépense d'installation est minime, et nos domestiques ne seraient pas les derniers à apprécier ce bienfait. Est-il raisonnable d'exiger de la propreté pour nous et pour nos

appartements de la part de serviteurs auxquels nous ne donnons pas les facilités de pratiquer la propreté d'abord sur eux-mêmes? Le faux luxe, voilà le vice de nos habitations : la réception, voilà ce qu'on regarde, quand on loue un appartement. Car, paraître plus que l'on n'est, c'est là le but à atteindre; les conditions hygiéniques ne viennent qu'en seconde ligne. Dans nos grandes villes, le problème posé aux architectes consiste à donner du luxe à la façade et à empiler dans une capacité donnée le plus d'êtres humains qu'il sera possible. Plafonds à 2^{m},60 du sol; cabinets d'aisance mal éclairés, mal aérés, et placés près des cuisines; pas de ventilation pour ces dernières; des cabinets de toilette sans fenêtres; pas de bains; pas d'aération prévue pour les salons; des chambres d'enfants sur des cours étroites où débouchent les siphons mal fermés des eaux ménagères; des cheminées n'utilisant que 7 à 8 pour 100 du combustible, c'est encore ce qu'on trouve dans beaucoup de maisons modernes. « Appartements ornés de glaces! » Voilà ce que vous lisez pour attirer le locataire, comme si les glaces étaient un point essentiel au comfort de la vie! A Londres, que lisez-vous sur certains écriteaux? « Well aired beds, » Lits bien aérés : voilà ce qui attire les petits locataires; leur bon sens pratique leur fait comprendre l'importance de la ventilation pour des lieux où on passe le tiers de son existence. Pourquoi reléguer nos chambres d'enfants sur des cours tristes et mal aérées? Mettez une plante dans ces soi-disant appartements, elle n'y poussera pas et vous y mettez ce que vous avez de plus cher au monde, un être qui a soif d'air et de lumière! N'a-t-on pas dit avec raison : « De toutes les

fleurs, la fleur humaine, c'est-à-dire l'enfant, est celle qui a le plus besoin de soleil. » Aussi, consultez les conseils de recensement et voyez les résultats de notre éducation physique. Les anciens n'attachaient d'importance qu'aux formes extérieures, à l'adresse, à la force, à l'agilité. De nos jours, on est tombé dans l'excès opposé. Loin de moi l'idée de mettre la matière avant l'esprit, mais quel temps donne un collégien de nos jours au développement de son être physique et aux soins de propreté le matin ? Voyez à cet égard les installations barbares des colléges, la ventilation des dortoirs et des classes, et la réponse sera facile.

Pourquoi, dans nos études, n'attache-t-on pas plus d'importance à nous enseigner les conditions hygiéniques nécessaires au développement normal de toutes nos facultés ? Sans doute les études littéraires ont une grande importance, mais, demandez à un moderne bachelier comment il respire, comment il digère, comment il vit enfin, il n'en sait pas le premier mot; il connaît quelques machines, il ignore complétement le mécanisme de la plus merveilleuse de toutes, la machine humaine.

En revanche, il vous racontera les prouesses des tueurs d'hommes de l'antiquité et les différents modes d'exploitation de l'humanité par ses chefs militaires, sans que jamais on se soit occupé de lui enseigner l'état matériel, moral et intellectuel de la race humaine. Et nos filles, pourquoi ne pas leur donner de saines notions sur la physiologie et l'hygiène ? Ne sont-elles pas appelées à être mères, c'est-à-dire à donner la vie, mais aussi à la développer, à l'entretenir ? et, quelles notions ont-elles en ces matières ? Ces réflexions me venaient en foule à

l'esprit en étudiant notre merveilleuse Exposition de 1867, qui était une occasion unique d'instruire la jeunesse actuelle par le plus grand, par le plus efficace et le plus prompt des enseignements, celui des yeux. Pourquoi des escouades de collégiens n'allaient-elles pas, sous la conduite de différents maîtres, étudier tantôt le monde matériel dans ses applications diverses aux besoins de l'homme, tantôt l'art dans ses manifestations les plus élevées, depuis l'âge de pierre, jusqu'aux œuvres les plus délicates des artistes modernes! N'y avait-il pas là, par des inspections sérieuses, une occasion unique de développer dans la jeunesse l'habitude de l'observation et de la comparaison par l'étude des applications diverses de la science, suivant les temps et les climats? N'était-ce pas le cas d'y faire l'examen des productions naturelles du globe, leur mode d'emploi suivant l'état de la science et du goût en divers pays? Je ne crains pas de le dire, une étude bien faite dans des circonstances semblables, sous les yeux et avec les conseils d'hommes spéciaux, eût plus enseigné aux enfants en trois mois que trois années d'études théoriques sur les bancs du collége. Hélas! combien peu de personnes ont compris cela pour leurs enfants!

Mais, revenons au sujet de cet opuscule. Les traités spéciaux les plus estimés ne s'occupent que des applications de la chaleur à l'industrie et aux grands espaces, comme les hôpitaux, les casernes et les prisons. Nous ne connaissons pas de traité pratique qui mette le propriétaire ou l'architecte en mesure de se prononcer, en pleine connaissance de cause, sur le système à employer suivant les lieux et les besoins dans les habitations particulières. Nous avons pensé qu'il ne serait pas inutile de

publier quelques données à ce sujet. On se met ordinairement entre les mains d'un architecte préoccupé ailleurs, ou d'un fumiste et d'un plombier souvent peu éclairés, et l'on n'obtient pas les résultats proportionnés à la dépense qu'on s'impose. Nous n'écrivons ici, ni pour les savants ingénieurs qui s'occupent des grands travaux de chauffage et de ventilation de nos hôpitaux, de nos théâtres et de nos prisons, ni pour les hommes spéciaux qui ont fait de la chaleur l'objet de leurs études. Les casernes et les prisons sont des lieux fort intéressants, mais, grâce à Dieu, tout le monde n'y demeure pas encore, et nos modestes habitations ne réclament pas moins notre attention.

Nous nous sommes demandé s'il était possible d'introduire dans nos maisons modernes à peu de frais, sans crainte d'accidents et à l'abri de l'incurie des domestiques, de l'eau chaude et froide aussi bien que dans les pays étrangers. Nous avons exposé ce que nous croyons être des moyens pratiques de ventiler convenablement nos habitations, car nous sommes convaincu, qu'à l'exemple du corps humain, avec sa circulation artérielle et veineuse, la maison moderne doit être pourvue d'une circulation complète et d'un drainage efficace d'eau et d'air. Ce problème est résolu complétement ailleurs, pourquoi ne le serait-il pas ici? Nous avons décrit, pour la circulation de l'eau, trois systèmes différents que nous appellerons : système anglais, américain et français, suivant les lieux où nous les avons vus ou fait appliquer. Nous avons placé, à la suite, quelques données pour introduire chez nous des perfectionnements qui contribuent au confort domestique : la propreté est, dit-on, une vertu; nous indiquons les moyens de pratiquer

cette vertu à peu de frais. Certainement, nous ne faisons pas consister le progrès dans le comfort seul et dans le bien-être physique; mais, tout ce qui nous affranchit des servitudes du monde matériel, avec lequel, après tout, il faut compter, tout ce qui laisse à l'esprit plus de temps, plus de liberté, tout ce qui nous affranchit du service d'autrui, tout cela est un progrès. Sachons appliquer avec intelligence les lois physiques à l'accroissement de notre bien-être. Mettons, le plus possible, notre vie privée à l'abri de l'inspection et du service des domestiques, service qui devient tous les jours plus difficile et plus coûteux. Il y a longtemps qu'on l'a dit : « Nul n'est grand homme pour son valet de chambre. » Si cela est vrai en état de santé, combien ne l'est-ce pas davantage en cas de maladie?

Je me suis attaché, par des figures claires, à faire comprendre et à expliquer ma pensée, en sorte que l'ouvrier le plus vulgaire, sous l'inspection d'un propriétaire de bonne volonté, puisse partout exécuter ce que je conseille. Pour ceux qui voudront approfondir ces questions, j'ai donné la bibliographie de quelques-uns des principaux ouvrages publiés sur le chauffage et la ventilation.

Enfin, j'ai fait précéder cette étude de quelques données générales sur la théorie et sur les lois qui régissent le mouvement et les propriétés des liquides et des gaz. C'est faute d'étudier et d'observer ces lois que tant d'erreurs sont propagées, tant de fautes commises par nos constructeurs, auxquels nos architectes, occupés de soins plus importants, confient dans nos maisons la distribution d'eau, le chauffage et l'aération de nos appartements.

Pour traiter, comme il le mérite, le sujet de cet opuscule, il eût fallu une science, une autorité, une expérience qui me font défaut. Je sens combien je suis au-dessous de la tâche que je me suis imposée; mais, sur ces sujets pratiques, il n'existe pas chez nous d'ouvrage élémentaire. Qu'on me pardonne donc ce modeste essai que je rendrai plus complet s'il est encouragé. Il est en France un grand nombre d'ingénieurs instruits qui continueront et perfectionneront le plan que j'ai suivi. Puissent leurs efforts se joindre aux miens pour éclairer et convaincre les propriétaires que les dépenses que je conseille sont des placements profitables, puisqu'ils rapporteront, en fin de compte, le premier de tous les biens de ce monde, la santé!

PRÉFACE

DE LA DEUXIÈME ÉDITION.

L'accueil bienveillant fait à cet ouvrage m'a engagé, en l'absence d'autres traités plus complets et plus pratiques sur la matière, à revoir et à étendre mon travail. J'ai laissé de côté les calculs et les questions théoriques qu'on trouvera dans tous les ouvrages spéciaux. Étant donné ce fait que l'air pur, l'eau et la chaleur sont indispensables à la santé de l'homme, j'ai rappelé en quelques mots les données scientifiques actuelles que nous possédons à leur égard. Puis, prenant l'eau telle que la nature nous l'envoie, j'ai indiqué les meilleurs moyens de la filtrer, de la distribuer, de la chauffer pour nos usages domestiques. Je l'ai ensuite examinée au point de vue des dangers qu'elle présente en séjournant près des habitations, et des avantages qu'au contraire elle peut offrir à l'agriculture sous forme d'eau d'égout.

En second lieu, j'ai cherché à donner une idée de la chaleur au point de vue purement hygiénique. J'ai étudié les moyens que l'on a inventés à diverses époques et en divers pays pour élever artificiellement la température. Après avoir décrit les

appareils employés en France et à l'étranger, j'ai indiqué ceux que je crois les meilleurs suivant les circonstances et j'ai apporté ma pierre à l'édifice en décrivant au chapitre des bains et du chauffage des appartements les progrès que je crois avoir fait faire personnellement à la question.

Enfin, abordant ce grave sujet : l'air que nous respirons, j'ai démontré son importance et les moyens les plus rationnels d'obtenir sans danger le remplacement de l'air vicié dans les enceintes closes. J'ai examiné en détail les indications de la science nouvelle de la ventilation appliquée aux diverses habitations humaines et j'ai terminé mon travail par une liste à peu près complète des publications qui ont précédé la mienne sur les questions que j'ai traitées.

Mon but a été de répandre des notions claires, simples et applicables à nos demeures françaises. *Être utile* est ma devise; c'est une tâche ingrate, peu profitable et nullement appréciée de la masse du public. Mais le suffrage de quelques hommes éclairés m'a encouragé et suffit à mon ambition. C'est aux amis du progrès que je m'adresse : tôt ou tard notre routine fera place à des idées plus justes sur l'hygiène des habitations. J'apporte mon humble part de ces idées. Puissent-elles profiter à mes lecteurs et faire naître parmi nos architectes et nos ingénieurs le désir d'accueillir et de perfectionner mon œuvre.

11, rue Boissy-d'Anglas.

Paris, juillet 1873.

TRAITÉ

DU

CHAUFFAGE ET DE LA VENTILATION

DES HABITATIONS PARTICULIÈRES.

PRINCIPES ÉLÉMENTAIRES.

Avant de décrire l'histoire, les qualités et les défauts des appareils inventés à diverses époques pour chauffer et ventiler les habitations, il est indispensable de rappeler les principes qui serviront de guides à nos études : c'est faute d'avoir observé quelques lois élémentaires de physique et d'hygiène, c'est faute d'avoir étudié les travaux de leurs devanciers, que la plupart des inventeurs sont tombés successivement dans les mêmes erreurs, ou ont cru trouver des moyens nouveaux, quand, longtemps avant eux, on avait employé des appareils meilleurs, Il n'y a de nouveau que ce qui a été oublié : nous en donnerons souvent la preuve.

Les principes que nous avons à rappeler sont ceux qui ont rapport à la *densité*, à l'*équilibre*, à la *conductibilité*, enfin, à la *dilatabilité* des liquides et des gaz. Nous étudierons d'abord la chaleur, au point de vue hygiénique seulement, pour rechercher ses effets sur l'eau et l'air, c'est-à-dire, sur les deux agents principaux que nous aurons à appliquer aux besoins de l'homme.

CHAPITRE I.

DE LA CHALEUR.

La chaleur, dans l'acception ordinaire de ce mot, est la sensation que nous fait éprouver un corps en contact avec nos organes, suivant sa température. Ce phénomène, objet de l'étude constante des savants, a été considéré dans l'antiquité comme le principe, la cause de toutes choses et a pris des noms différents, suivant les préjugés, l'ignorance ou les idées religieuses des peuples qui nous ont précédés. On lui a donné, dans les temps modernes, le nom de chaleur rayonnante, latente ou spécifique, suivant l'état des corps qui la reflétaient, la retenaient, ou en transmettaient les effets.

Pour le physicien, la chaleur, d'après les théories modernes, est un mode de mouvement, une manifestation du mouvement vibratoire des corps. C'est une force qui, par opposition avec la cohésion, fait passer les corps de l'état solide à l'état liquide et de ce dernier état à l'état gazeux. L'idée de froid, qui suppose un état opposé à celui de chaleur, est une idée de convention. Le froid, à proprement parler, n'existant pas, c'est une idée relative. Ce qui est froid pour l'habitant de l'équateur est tempéré pour nous et chaud pour le Sibérien.

Pour le chimiste, la chaleur est le résultat de la combinaison d'un corps avec l'oxygène.

Au point de vue du physiologiste, la chaleur est le résultat et non la cause de l'accomplissement des actes propres à notre organisme et surtout des réactions chimiques produites par la respiration et la nutrition. C'est le contraire de ce qui se passe dans une machine à vapeur.

Là, pas de chaleur, pas d'action; dans la machine humaine, pas d'action, pas de chaleur.

Pour nous, la chaleur sera l'état des corps relativement à nos organes. Pour mieux me faire comprendre, supposons trois vases A, B, C, mis à côté les uns des autres, l'un A, contenant de la glace, le second B, de l'eau à la température ordinaire, soit + 12 à 15°, et le troisième C, de l'eau à + 40°. Si l'on met la main droite dans le vase A, la main gauche dans le vase C, on aura un sentiment simultané de chaud et de froid; que l'on mette ensuite, en même temps, les deux mains dans le vase B, à la température ordinaire, les rôles seront renversés, la main droite éprouvera un sentiment de chaleur et la main gauche un sentiment de froid. Pourtant, dans les deux cas, c'est la même eau, dans le même état, qui produit deux sentiments différents, suivant la préparation que nous avons fait subir à nos mains; c'est ce que nous éprouvons encore lorsqu'en sortant du bain, nous replaçons notre corps dans un milieu plus froid, ou lorsque nous entrons dans une cave dont la température est sensiblement égale en tout temps, mais qui nous paraît chaude ou froide suivant que nous y entrons l'hiver ou l'été. D'où il suit que la chaleur, à proprement parler, n'existe pas et qu'en ce qui nous concerne, il nous suffira d'en étudier les effets sur les corps matériels.

On se fait difficilement l'idée de l'importance que joue la chaleur, non-seulement dans le grand laboratoire de la nature, mais dans le domaine des arts et des sciences. Elle est la condition de l'existence de la vie qui nous environne, la cause de presque toutes les modifications physiques des corps à la surface du globe. C'est elle qui donne à l'homme les moyens d'imiter en miniature les procédés naturels en produisant à sa volonté la plus merveilleuse et la plus docile des forces, la vapeur : c'est elle qui sert d'aliment à cet Hercule du dix-neuvième siècle que le génie des Papin et des Watt a subjugué pour labourer le sol, moudre le blé, tisser nos vêtements, forger nos outils, imprimer nos pensées, faire marcher nos navires sur l'Océan, ou nous emporter dans l'espace par une locomotive, ce dragon ailé de notre époque. L'antiquité aurait-elle jamais imaginé un esclave plus vigoureux, plus soumis, plus infatigable? Et tout cela, nous le devons à l'étude d'une des lois de la nature, la combinaison de l'oxygène avec deux autres corps, l'hydrogène et le carbone!

La chaleur agit sur nos organes de trois manières : 1° par rayonne-

ment : c'est le mode primitif, le plus général, le plus hygiénique e le plus agréable ; c'est l'effet qu'on ressent sous l'action d'un vaste foyer ouvert, emblème de la vie, de la gaieté et de la salubrité : 2° par réflexion, quand les rayons calorifiques nous sont renvoyés par des surfaces polies comme celles de nos foyers domestiques : 3° par transmission à travers des surfaces céramiques ou métalliques. Nous étudierons plus loin cette grosse question à l'occasion du choix des appareils. Tantôt la chaleur est communiquée à l'air mis en mouvement par un calorifère ; tantôt elle est transmise par l'eau qui a une capacité calorifique considérable et sert, pour ce motif, à certains usages spéciaux ; tantôt la chaleur est portée au loin sous forme de vapeur : c'est un des moyens les plus économiques et les plus pratiques pour les usines et les grands ateliers où le chauffeur, la chaudière et les accessoires sont déjà sous la main. Enfin, dans les derniers temps, on a transmis la chaleur sous forme de gaz d'éclairage.

Nous aurons à étudier ces divers modes de transmission qui ont tous leur valeur et leur utilité relative suivant les lieux et les besoins.

DE LA DILATABILITÉ DES CORPS.

Les principaux effets de la chaleur sont : la *dilatation* manifestée par un changement de volume et de poids dans les corps que l'on soumet à une température élevée et la *contraction*, avec accroissement de poids, lorsque la température de ce corps vient à baisser. C'est sur ce principe qu'est fondé le mouvement de l'air dans nos appartements, quand, chauffé par la combustion d'un foyer ou par la respiration qui est une véritable combustion, il se dilate, devient plus léger et se porte vers le plafond pour faire place à une couche plus froide, c'est-à-dire plus lourde.

DE L'ÉQUILIBRE DES TEMPÉRATURES.

Une autre propriété très-importante, à notre point de vue, de ce fluide impondérable que l'on nomme chaleur, c'est qu'il tend constamment à se mettre en équilibre avec les corps qui l'environnent. C'est ce qui constitue le chauffage et le refroidissement, objet de cette étude.

En effet, si l'on touche un objet plus froid que la main ou plus chaud, on éprouve deux sensations différentes. Cela tient à ce que, dans le premier cas, il y a soustraction de calorique à notre corps, et dans le second, il y a passage du calorique de l'objet touché dans notre main. Ce fluide invisible qu'on nomme chaleur pénètre tous les corps, les dilate, les condense, les vaporise tour à tour. Nous ne pouvons ici l'étudier que dans ses effets sur nos sens, c'est-à-dire dans une partie seulement du rôle immense qu'il joue dans la vie des êtres organisés.

DE LA CONDUCTIBILITÉ DES CORPS.

Tous les corps possèdent à un degré différent la propriété de recevoir et de transmettre la chaleur; ils sont dits bons ou mauvais conducteurs. L'étude de cette propriété des corps joue un grand rôle dans les applications pratiques que nous allons faire : c'est elle qui nous guidera dans l'emploi des doubles murs, séparés par une couche d'air stagnant, pour la construction de nos glacières, des fruitiers, et en général, chaque fois qu'il faudra nous garantir de la chaleur ou du froid. Nous ne pouvons ici qu'indiquer brièvement, par ordre de puissance de transmission, les corps suivants que nous aurons à employer, savoir : les métaux et parmi eux le cuivre, qui, pour la conductibilité, est au fer comme 90 est à 37; puis viennent le zinc, le plomb, le marbre, la terre à four, le verre, les bois, enfin les tissus divers, surtout les cheveux et la laine des animaux.

C'est à cette étude de la conductibilité des métaux que se rattache l'importante question de l'emploi de la fonte dans les appareils de chauffage. On sait, en effet, d'après les dernières expériences faites par nos savants, que la fonte est perméable à l'oxyde de carbone et aux produits de la combustion, lorsque cette fonte est portée au rouge. On avait toujours observé que son contact a le plus fâcheux effet sur l'état hygrométrique de l'air ambiant et sur les molécules organiques qu'elle carbonise. Cet effet en est toujours désagréable, si ce n'est insalubre; en somme, il est encore mal défini par la science. Guidés par nos organes bornés et imparfaits, comme tout ce qui est humain, nous croyons imperméables des corps qui le sont en quantité minime. Ainsi, dans les calorifères Perkins, à haute pression, l'eau diminue graduellement dans les tubes, et cependant ils sont fermés

partout, au point de supporter une pression de 8 à 10 atmosphères et même plus. Si vous jetez du sucre ou du sel dans de l'eau, en petite quantité, le niveau ne montera pas. Si vous fermez une bouteille de verre avec le verre lui-même et si vous la faites descendre par un moyen quelconque à une grande profondeur dans la mer, cette bouteille reviendra pleine. Quoi d'extraordinaire alors que la fonte surchauffée soit perméable aux gaz de la combustion?

Parmi les corps mauvais conducteurs, il faut surtout placer les liquides et les gaz qui ne chauffent que par déplacement; aussi, quand on veut chauffer une masse liquide, est-ce toujours à la partie inférieure que le foyer doit être placé : les couches, au contact du foyer, en s'échauffant deviennent plus légères, s'élèvent et sont remplacées par les couches supérieures plus froides ou plus lourdes qui descendent pour se chauffer et remonter à leur tour. C'est en vain que l'on chercherait à chauffer une masse gazeuse ou liquide en plaçant le foyer à la partie supérieure; la chaleur ne se transmettrait qu'après un temps très-long aux couches inférieures à cause de leur faible pouvoir conducteur qui tient surtout à l'excessive mobilité de leurs molécules.

C'est là la grande loi qui régit le mouvement des liquides et des gaz et que nous aurons à observer dans toutes nos applications de la chaleur au chauffage et à la ventilation; c'est l'oubli de cette loi qui a fait commettre tant d'erreurs dans les soi-disant inventions brevetées en tout pays.

EFFET DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE CHALEUR.

Tout le monde a observé que les divers appareils de chauffage et, même les différents genres de combustible, produisent une chaleur différente, non-seulement comme intensité thermométrique, mais comme effet physiologique. On en a cherché la cause dans les analogies que peut avoir la chaleur avec la lumière dont les rayons diffèrent dans leurs effets sur la végétation des plantes. De même, les rayons calorifiques exercent sur nos organes une influence diverse suivant qu'ils proviennent d'une source lumineuse ou obscure, directe ou réfléchie. Que l'on place un thermomètre vis-à-vis un feu ouvert, ou à une certaine distance d'une surface chauffée, qu'elle soit

de fonte ou de brique, ou bien encore qu'elle provienne d'un courant d'air chaud, l'instrument pourra marquer le même degré et, cependant, l'observateur ressentira des effets bien distincts; la *quantité* de chaleur peut être la même, la *qualité* en sera essentiellement différente.

Ces effets distincts produits sur nos organes tiennent à plusieurs causes : d'abord, à la différence de température, lorsqu'il s'agit de chaleur rayonnante et que le corps est exposé vis-à-vis d'un foyer ouvert à une vive chaleur par devant et à un courant d'air froid par derrière. Cela tient, en outre, à la modification apportée à l'air par son contact avec des surfaces surchauffées. Il y a là le sujet d'une étude très-délicate pour le choix à faire des appareils de chauffage. N'oublions pas que le corps humain est composé de matières très-mauvaises conductrices et qu'il tire sa chaleur de la respiration et de la nutrition. C'est un merveilleux foyer naturel dont la température normale est de $+ 38^0$ et qui reçoit la chaleur du dedans au dehors et non du dehors au dedans. Le milieu gazeux où il est plongé agit, non pas pour le chauffer, mais pour le refroidir plus ou moins suivant la température de l'air ambiant, et la preuve, c'est que peu de personnes peuvent supporter à l'extérieur notre chaleur interne de 38^0.

Non-seulement notre machine humaine, si délicate et si parfaite, nous donne des signes certains de l'effet que produisent sur elle les combustibles que nous employons dans nos demeures, mais les plantes elles-mêmes, que l'on n'accusera pas de sensibilité nerveuse, iudiquent et confirment, par leur végétation, le plus ou moins de salubrité d'un mode de chauffage. On a attribué à l'humidité de l'air une très-grande influence sur sa salubrité : c'est une erreur. Sans doute, un certain degré d'humidité est utile, mais là encore notre instrument ordinaire, l'hygromètre est en défaut. Ici interviennent d'autres causes, d'autres agents subtils dont il faut tenir compte.

Ces agents sont d'abord : les gaz produits par les fuites provenant des joints des appareils de chauffage. Qu'on regarde les bouches de chaleur dans nos appartements : partout, on verra les peintures plus ou moins noircies. Qu'en conclure, si ce n'est qu'une portion de la fumée ou des gaz brûlés a trouvé là une issue? Le même phénomène a lieu dans nos cheminées ordinaires. Si l'on brûle de la houille,

toutes nos ménagères ont observé que des molécules de charbon sont déposées en abondance sur les meubles. Le bois lui-même donne souvent à la pièce une odeur particulière, à moins d'avoir un tirage des plus énergiques. Pour tout observateur sérieux, le dessèchement de l'air par les poêles n'est qu'apparent : l'air paraît sec parce qu'il est plus chaud et qu'il tient plus de vapeur en dissolution. Si les poêles en terre cuite et les tuyaux d'eau chaude ne font pas le même effet, c'est qu'ils ne sont pas aussi fortement chauffés. On sait du reste que l'air sec est généralement plus sain qu'un air humide, parce que la vapeur d'eau a une grande tendance à se combiner avec les matières organiques plus ou moins impures qui existent en grande abondance dans les centres populeux.

Nous aurons à revenir sur ces observations quand nous examinerons la valeur des différents poêles ou calorifères de cave,

NÉCESSITÉ DU CHAUFFAGE ARTIFICIEL.

Parmi les animaux qui peuplent la surface du globe, l'homme est le seul qui n'apporte pas en naissant une enveloppe protectrice contre les variations de température. Il a donc été obligé de bonne heure de songer à utiliser tous les corps mauvais conducteurs pour s'en faire des abris et conserver cette température de 37 à 38° sans laquelle les fonctions vitales ne peuvent s'exercer. Le corps humain est généralement à une température supérieure à celle du milieu gazeux où il vit et il est doué de la précieuse faculté de produire de la chaleur : ce n'est, en effet, qu'un fourneau vivant rejetant par l'expiration sa fumée sous forme d'acide carbonique et de vapeur d'eau, puis, par d'autres voies, les parties solides ou scories qui sont les matières non assimilées et impropres à la vie. Tout le monde connaît l'importance de ces fonctions et les conséquences graves de leur arrêt, même momentané. Près des pôles ou sous les tropiques, la température du sang est la même, c'est-à-dire, pour l'oiseau 41° et pour les mammifères 37 à 38°. Comme notre perte de chaleur est différente, les besoins de nutrition varient avec les climats. Les causes qui influent le plus sur les variations légères de notre température sont : l'état de veille et de sommeil, l'exercice, la digestion, l'âge, etc. On attribue la chaleur que développent les réactions chimiques dans nos

organes aux aliments qui sont tous directement ou indirectement tirés des plantes : ces dernières doivent leur existence au soleil. Les végétaux ne font donc que rendre ce que celui-ci leur a donné pour l'emmagasiner à notre profit. En somme, on peut dire que le soleil est la source de la vie sur notre globe.

Nous avons dit que la température moyenne du corps humain est de 37 à 38°. Dès qu'elle passe cette limite, il y a dérangement dans nos fonctions, c'est-à-dire maladie. De là ce nouveau et précieux auxiliaire du diagnostic médical, qui trouve aujourd'hui, dans l'élévation momentanée de la chaleur animale, des indices certains pour le traitement des maladies inflammatoires. C'est ici le cas de détruire une idée fausse, celle qui tendrait à faire croire que nous recevons de la chaleur du milieu où nous sommes plongés. Ce milieu, au contraire, est généralement à une température plus basse que la nôtre; il n'agit que par soustraction, plus ou moins, suivant les circonstances. La seule chaleur que nous recevions résulte des combinaisons chimiques qui ont lieu pendant la nutrition et la respiration. On croit le froid meilleur pour la santé que la chaleur : tout cela est relatif. En physiologie, comme au point de vue de la végétation, chaleur signifie *croissance*, *vie*, *progrès*; tandis que froid est synonyme de *stagnation* et de *mort*.

En France, la température varie entre — 20° et + 40°. Comme notre corps tend à se mettre en équilibre avec le milieu qui l'environne, il faut pour qu'il ne se refroidisse pas, que par le mouvement, par les réactions chimiques, résultat de la digestion, par des vêtements appropriés, enfin par un chauffage artificiel, nous arrivions à maintenir l'équilibre.

Pour cela, nous devons conserver une température de :

12 à 15° dans les ateliers.
17 à 18° dans nos appartements.
19 à 20° dans les salles de spectacle, bals, etc.

La différence entre ces températures avec celle de notre corps est la somme de chaleur que nous pouvons perdre et fournir à l'air qui nous environne. Si, dans nos climats changeants, nous négligeons de chauffer nos habitations par des moyens artificiels, nous nous exposons à une foule de maladies dont le froid et l'humidité sont la cause. Les inflammations aiguës et chroniques des voies respiratoires,

les douleurs rhumatismales et une foule d'autres affections sont la conséquence certaine d'une habitation froide et humide.

Des observations qui précèdent, il est facile de déduire l'importance du chauffage domestique et la nécessité d'étudier sérieusement les appareils qui, de tout temps et en tous pays, ont été inventés pour élever artificiellement la température.

DE LA COMBUSTION.

La combustion est un phénomène d'une trop grande importance pour qu'on n'ait pas cherché de tout temps à en chercher l'explication. Mais il a fallu bien des siècles pour en trouver une qui fût satisfaisante. Les anciens regardaient le feu comme un élément qui s'engage dans les molécules des corps, et cette opinion a traversé les âges jusqu'au dix-septième siècle où parut la théorie du Phlogistique. On a écrit des milliers de volumes sur des suppositions plus ou moins bizarres, jusqu'à la fin du siècle dernier, où notre immortel Lavoisier a enfin donné une théorie complète des deux éléments qui jouent un si grand rôle à la surface du globe, le feu et l'eau.

On sait aujourd'hui que la combustion n'est qu'une oxydation, c'est-à-dire, la combinaison d'un combustible, carbone ou hydrogène, avec un comburant qui est généralement l'oxygène atmosphérique. De cette combinaison résulte un double phénomène : lumière et chaleur, ce dernier seul est utilisé. Lors de l'introduction du gaz d'éclairage, on ne l'employait d'abord que pour sa lumière; aujourd'hui il sert en outre comme source de chaleur.

De la combinaison chimique mentionnée plus haut résulte pour l'architecte une double étude : celle qui consiste à utiliser le mieux possible la chaleur produite et celle qui l'oblige à se débarrasser des gaz de la combustion qui sont nuisibles à la santé.

DES COMBUSTIBLES.

Ce terme sert à désigner les corps qu'on emploie pour produire de la chaleur et de la lumière en les combinant avec l'oxygène atmosphérique.

Ils sont tous composés de carbone, d'hydrogène et de divers éléments qui varient avec la nature du combustible. On les utilise sous trois formes :

1° A l'état gazeux, comme produisant chaleur et lumière. Ils proviennent toujours d'une transformation préalable des combustibles liquides ou solides en gaz.

2° A l'état liquide, comme les huiles de pétrole, de colza ou d'alcool; dans cet état, ils servent surtout à l'éclairage.

3° A l'état solide, comme le bois, la houille, le coke, la tourbe, etc.

Il n'est pas sans intérêt de connaître la valeur pratique de ces différents combustibles. Pour mesurer la puissance calorifique d'un corps, on est convenu d'appeler unité de chaleur, ou *calorie*, la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré centigrade la température d'un kilogramme d'eau, et l'on appelle valeur ou puissance calorifique d'un combustible, le nombre de calories produit par la combustion complète d'un kilogramme de ce corps.

La table suivante indique la puissance calorifique moyenne des combustibles les plus employés à Paris avec leur prix de revient :

COMBUSTIBLES.	COURS MOYEN.	PUISSANCE CALORIFIQUE PAR KILOGR.	PRIX DE 100,000 CALORIES EN UTILISANT 75 °/° DU COMBUSTIBLE.
Houille. . . .	45f à 50f la tonne.	7,500	0f 80 à 0f 85
Coke.	1f 60 l'hectolitre ou 45f la tonne.	7,000	1f environ.
Bois	50f les 1000 kil. à 20 °/0 d'eau.	3,000	2f 20
Gaz.	à 0f 30 le mèt. cube ou 39f 45 les 100 kil.	13,000	4f environ.

Ces chiffres varient, bien entendu, suivant les lieux et les cas par

ticuliers : ce ne sont que des moyennes, puisqu'au point de vue pratique il faut tenir compte :

1° Des prix qui varient suivant les lieux.

2° Des appareils qui servent à la combustion et qui l'utilisent dans des proportions très-diverses. Mais on pourra toujours en conclure quelle est la préférence à donner à un combustible suivant les circonstances.

Si je ne parle pas ici du pétrole, c'est que son emploi pour les usages qui nous occupent est encore environné de tant de dangers que la prudence recommande de l'interdire. D'ailleurs, son prix, comme résultat calorifique, le rend encore inférieur à la houille, surtout à Paris.

Complétons ces courtes données sur les combustibles par quelques réflexions sur leur emploi et sur leur effet hygiénique.

La **houille.** Cette matière si précieuse, qui a changé la face du monde depuis un siècle, nous donne à la fois la chaleur, la force mécanique et la lumière. On a dit avec raison que c'était des rayons de soleil emmagasinés depuis des siècles et on devrait la désigner sous le nom de diamant noir. C'est le combustible par excellence et le moins cher : il a un pouvoir rayonnant considérable, mais il exige un tirage énergique à cause des produits sulfureux et de la poussière qu'il dégage. Sa valeur se juge en partie par ses cendres et ses résidus qui sont composés d'argile, d'oxyde de fer, de carbonates et de sulfates divers. Il en existe des variétés considérables dans la croûte terrestre et son importance est telle que le degré de richesse d'une nation se mesure en quelque sorte aujourd'hui par l'étendue et la consommation de ses mines de houille. N'est-ce pas elle, en effet, qui donne la vie à ce merveilleux et infatigable ouvrier, la machine à vapeur, qui exécute dans nos usines des travaux d'Hercule et les œuvres les plus délicates de précision ? C'est elle qui animant nos locomotives, nous fait faire le tour du monde en trois mois, elle qui nous éclaire quand le soleil a disparu de l'horizon, qui donne naissance à de brillantes matières colorantes, qui nous protége contre les épidémies par l'acide phénique. Quels sont aujourd'hui les peuples les plus avancés du globe? non pas ceux qui exploitent leurs mines d'or, mais ceux où l'exploitation et l'usage de la houille sont les plus avancés.

En Angleterre, l'application de la houille aux usages domestiques nous donne un exemple bien curieux des revirements des opinions

humaines. La première compagnie qui se forma à Newcastle pour l'exploitation d'une mine date de 1239. L'usage de la houille ne fut d'abord permis qu'aux industriels et de longtemps les particuliers ne purent s'en servir sous les peines les plus sévères. On était convaincu alors que la fumée était un sérieux poison pour l'atmosphère de la ville et cette aversion était d'autant plus naturelle que les vastes cheminées de l'époque étaient mal disposées pour la combustion d'un produit chargé de vapeurs sulfureuses. Il est assez curieux aussi d'étudier le premier mode de combustion du charbon de terre. Vers le milieu du dix-septième siècle, on n'employait encore en Belgique et en Angleterre que les agglomérés d'argile et de charbon disposés comme l'indique la figure 1, qui rappelle les antiques usages de l'Orient où l'on brûle encore le combustible de la même manière. Ce n'est que vers 1658 que J. Winter introduisit une sorte de cage ou de berceau de fer qui donna naissance à nos grilles modernes.

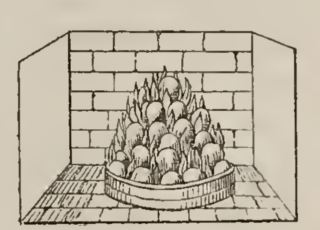


Fig. 1.

Le **coke**, résidu de la distillation de la houille, est un combustible récent inconnu dans bien des pays Il exige des appareils spéciaux et son allumage est plus difficile, mais, dans certains cas où il faut éviter la fumée par tous les moyens, il peut rendre de grands services et son usage est maintenant très-répandu dans toutes les grandes villes. Il brûle presque sans flamme et s'éteint à l'air libre, mais il peut se maintenir longtemps en ignition quand il est mis en certaine quantité dans un foyer fermé. C'est pourquoi on l'emploie avec avantage dans les poêles à combustion lente.

Le **charbon de bois** provient de la dessiccation des bois à une température très-élevée; il est peu économique, il dégage beaucoup d'acide carbonique et exige des précautions qui limitent depuis longtemps son emploi à quelques usages spéciaux. Il ne sert guère dans le chauffage domestique que pour la cuisson des aliments.

L'**anthracite.** Il est peu abondant en France et son emploi ne date aux États-Unis que de soixante ans environ, quand la guerre de 1812 priva les manufacturiers des charbons anglais. A partir de 1820, les mines de Pensylvanie furent mises en exploitation réglée pour les usages industriels, puis après pour les usages domestiques. C'est un charbon presque pur, contenant 93 pour 100 de carbone, renfermant

très-peu de soufre, brûlant sans flamme et sans fumée et difficile à allumer.

Les **huiles minérales** non purifiées sont très-dangereuses à cause des gaz inflammables qu'elles dégagent. Leur emploi demande des appareils spéciaux et des précautions particulières. Jusqu'à présent, leur application aux usages domestiques s'est bornée aux appareils d'éclairage.

Le **bois**, sans aucun doute, est le combustible le plus ancien et le plus généralement employé, parce qu'il se trouve presque partout à la surface du globe. Il se compose en moyenne de 50 pour 100 de carbone et de 50 pour 100 d'oxygène et d'hydrogène. On sait que sa puissance calorifique dépend beaucoup de son état de siccité, à cause de la chaleur absorbée pour faire passer à l'état de vapeur l'eau contenue dans les fibres ligneuses. Le bois a pour inconvénient d'être encombrant et de laisser des résidus abondants, mais sa flamme vive et petillante, image de la vie, exerce sur nos organes une influence des plus heureuses, cause de la faveur qu'il gardera longtemps encore dans les classes riches.

Le **gaz hydrogène**, bien qu'il soit trop cher, offre des avantages qui en assureront l'emploi dans une foule de circonstances, par exemple, quand on sera limité par l'espace, quand on voudra produire une action immédiate et activer ou ralentir subitement cette action. Avec lui, pas de provisions, pas de cendres, pas de domestiques ; dès que le besoin de la chaleur cesse, il y a arrêt immédiat de la dépense ; de là une économie considérable qui balance souvent la cherté relative du début. Il sera toujours indispensable d'accompagner les appareils d'un tuyau d'échappement pour les produits impurs de la combustion.

DE LA FUMÉE.

Dans l'industrie, on nomme fumée tout ce qui colore les gaz provenant de la combustion, c'est-à-dire, de l'oxydation des combustibles. Par extension, on applique ce mot aux gaz eux-mêmes, qui sont surtout de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau, enfin de l'azote qui y entre pour plus des trois quarts et qu'il faut nécessairement chauffer pour en opérer le déplacement. La fumée des bois est généralement légère et s'élève rapidement. Celle des houilles

renferme moins d'oxygène et plus de carbone; elle est plus dense et s'élève moins dans l'atmosphère où elle se répand horizontalement, au point de masquer quelquefois la lumière du soleil dans les grands centres manufacturiers. De là, des décrets inexécutables sur la fumivorité : on s'est bien vite aperçu que la fumée n'était pas une conséquence nécessaire de la combustion, mais qu'elle était due à l'imperfection des appareils de chauffage.

En effet, on la voit paraître surtout au moment où l'on vient de charger le feu, alors que s'élèvent ces vapeurs d'huiles essentielles et ces particules de charbon qui, faute d'air et d'une température assez élevée, n'ont pas été brûlées ou oxygénées et se trouvent entraînées avec les produits gazeux du foyer. La fumée n'est donc pas seulement un inconvénient grave pour les voisins des usines, c'est aussi une partie considérable du combustible absolument perdue. Le but à atteindre n'est pas de brûler la fumée, mais de brûler le charbon sans fumée; pour cela deux conditions sont indispensables : le mélange à l'air en proportion convenable, puis faire ce mélange à une température suffisante.

Ces questions ont plus d'importance dans l'industrie qu'en économie domestique. Signalons seulement les procédés qu'on a proposés en Angleterre. Ils consistent surtout dans l'alimentation du foyer par-dessous, en soulevant ce foyer au fur et à mesure de la combustion. Mais les appareils Cuttler, Arnott et autres n'ont eu qu'un succès passager à cause de leur complication, de leur prix de revient et de l'intelligence qu'ils réclament pour le service. En économie domestique, on est toujours obligé d'en revenir aux choses simples et fonctionnant seules.

DE L'ALLUMAGE DU FEU.

Maintenant que nous connaissons la nature de la combustion et des différents combustibles, complétons ces données par quelques mots sur les différents modes d'allumage.

L'art d'allumer du feu et de l'entretenir appartient exclusivement à l'homme. C'est un des traits particuliers de sa supériorité sur les autres animaux qui peuplent le globe. Quand et comment l'homme a-t-il d'abord fait usage du feu ? Ne l'a-t-il pas d'abord regardé avec terreur avant de se familiariser avec ses formidables effets ? La légende

de Prométhée et les travaux de Vulcain nous prouvent que le feu était connu de toute antiquité. Dans l'Orient, il existe des adorateurs de cet agent à la fois si utile et si terrible, et depuis les temps les plus reculés où un accident, sans doute, a fait enflammer des débris végétaux desséchés par le soleil, jusqu'à nos jours où l'on peut produire des températures de 2 à 3000°, on peut dire que la civilisation d'un peuple se mesure, pour ainsi dire, par l'usage qu'il sait faire du feu, soit pour produire, soit pour détruire.

Il est probable que les anciens se servirent d'abord, comme on le fait encore en Orient, de détritus végétaux qu'on brûlait au milieu des pièces. Les trépieds grecs, les braseros modernes, le kourcy de l'Orient, sont le même foyer mobile et insalubre sous une forme et un nom différents. A Rome, on regardait le feu des Vestales comme une émanation céleste à la conservation de laquelle était attaché le salut de la ville et il est probable que, dans l'origine, l'institution des Vestales tient à cette difficulté, que l'on avait de se procurer du feu. Ovide nous apprend qu'on rallumait le foyer céleste au moyen d'un vase métallique concave utilisant sans doute ainsi la radiation solaire dont Archimède connaissait parfaitement la puissance. Déjà à cette époque, il y avait à Rome des marchands d'allumettes soufrées.

De nos jours, les briquets en acier, faisant jaillir du silex des étincelles dirigées sur l'amadou, ont joui longtemps d'une faveur méritée. A ce procédé élémentaire a succédé le briquet de Fumade avec allumettes à bout soufré et trempé dans le chlorate de potasse. Vers 1830, vinrent les briquets phosphoriques à frottement, dont les allumettes étaient plongées dans un mélange de chlorate de potasse, de phosphore et de gomme. Pour s'en servir, on les trempait dans un flacon contenant de l'amiante imprégné d'acide sulfurique. On fit ensuite des briquets à gaz; puis on proposa des allumettes au phosphore amorphe pour éviter les nombreux accidents causés par les anciens procédés de fabrication, soit parmi les ouvriers, soit par l'imprudence du public. Dans ces vingt dernières années, les besoins incessants des fumeurs ont donné naissance à une foule de moyens ingénieux de se procurer du feu. Enfin, à l'heure qu'il est, l'usage des allumettes est si considérable qu'on en évalue la fabrication annuelle à plus de trente millions de francs. Maintenant, un des plus brillants progrès de la science consiste dans l'emploi de l'électricité pour l'allumage in-

stantané de tous les becs de gaz d'un monument public ou même d'un quartier d'une ville.

DES SOURCES DE LA CHALEUR.

Terminons ce que nous avons à dire de la chaleur en indiquant ses sources principales de production.

La chaleur est dite rayonnante ou lumineuse quand elle provient de la radiation solaire ou de celle d'un corps en ignition. Elle est, si l'on veut, purement physique, quand elle provient du sol, de l'électricité, ou d'un corps quelconque par transmission. Nous l'appellerons mécanique, quand elle sera fournie par le frottement, la pression, ou la percussion. Ces modes de production sont jusqu'à présent sans utilité pratique. Enfin, elle sera seulement chimique quand elle proviendra de la fermentation ou de la combustion; c'est uniquement cette dernière source qui fera l'objet de notre étude.

CHAPITRE II.

DE L'AIR.

Pour bien comprendre ce qui va suivre, il est indispensable de rappeler ici la composition et les principales propriétés de l'air atmosphérique.

Nos connaissances précises à cet égard ne datent que de la fin du siècle dernier, et c'est à l'illustre Lavoisier que revient l'honneur d'avoir défini scientifiquement la composition de l'atmosphère. Tout le monde sait aujourd'hui que l'air est un fluide très-élastique, compressible, transparent, composé, dans l'état normal, de 79 parties d'azote, de 21 pour 100 d'oxygène, plus quelques millièmes d'acide carbonique. Il pèse, à $0^{m},76$ de pression, $1^{k},298$ par mètre cube. Il obéit, par conséquent, aux lois de la pesanteur; sa ténuité le fait pénétrer dans les moindres interstices des corps; il est indispensable à la vie animale et végétale. La chimie agricole nous apprend qu'il contient souvent en proportion notable des nitrates et de l'ammoniaque provenant de la décomposition incessante des êtres organisés; c'est ce qui explique que les pluies agissent sur la végétation de plusieurs manières, non-seulement en lavant et nettoyant les feuilles, puis en dissolvant les parties fertilisantes du sol, mais aussi en faisant tomber sur les végétaux l'ammoniaque contenu dans l'atmosphère dans une quantité que certains chimistes évaluent annuellement jusqu'à 20 kilogrammes par hectare dans le voisinage des grandes villes. C'est ainsi que l'on peut comprendre jusqu'à un certain point l'influence des jachères qui permettent de produire longtemps

des récoltes sans engrais, à cause des matières fertilisantes qu'y amènent les pluies.

On sait en outre que l'air contient du calorique, de l'électricité, de la vapeur d'eau, des myriades de molécules végétales et animales, invisibles dans les conditions ordinaires, mais parfaitement distinctes quand un rayon de soleil pénètre par une fente étroite dans une chambre obscure. Ces molécules proviennent soit du frottement des corps à la surface du sol, soit des émanations produites par la végétation dans les plantes, par la respiration et la transpiration dans les animaux : ce sont ces émanations que les chiens ont la merveilleuse faculté de flairer et de suivre à de très-grandes distances. L'air contient enfin des ferments de tous genres et des miasmes dont l'absorption dans nos voies respiratoires détermine les accidents les plus graves. C'est à leur présence qu'il faut attribuer une foule de maladies dues au contact et à la présence d'autres hommes, maladies parmi lesquelles il suffit de citer la variole, le typhus, la pourriture d'hôpital, les fièvres puerpérales et intermittentes, la peste et une foule d'affections à causes inconnues, sur lesquelles les études microscopiques ont jeté un jour tout nouveau.

Dans ces dernières années, deux savants, M. Shœnbein de Bâle, en 1840, et depuis, M. Houzeau de Rouen, ont démontré que l'atmosphère contenait aussi de l'ozone, en quantité minime, il est vrai, $\frac{1}{140000}$, mais variable suivant les lieux ; cette quantité est presque nulle dans les grandes villes et très-appréciable dans les campagnes, sur les hautes montagnes et dans les forêts en pleine végétation. C'est là, sans doute, une des causes principales de la salubrité de l'air des campagnes. On a remarqué que, quand les vents passent du sud au nord par l'ouest, l'ozone est au maximum dans l'air, et que la mortalité diminue. Sans doute il y a là une série d'observations très-délicates à faire pour compléter nos connaissances sur ce nouvel agent, mais il reste prouvé jusqu'à présent qu'il joue un rôle important dans l'arrêt du développement des fermentations et, par conséquent, dans la salubrité de l'atmosphère.

« Tel air, tel sang : » voilà l'hygiène en quatre mots. C'est l'étude de cette composition de l'air, si variable suivant les lieux et suivant la température, qui, dans ces derniers temps, a rendu plus frappante que jamais la nécessité d'une ventilation convenable dans les lieux habités. Après l'hérédité, qui nous transmet la phthisie, la folie,

la scrofule, etc., après les excès ou les vices de notre alimentation, l'air qui nous environne est la cause et le réservoir où nous puisons presque toutes nos maladies. Les germes de ces maladies, germes pour la plupart du temps invisibles et insaisissables, voltigent autour de nous; ce sont des graines qui ne demandent qu'à tomber sur un sol favorable pour se développer. Si, dans les maladies épidémiques, nous avons une puissance suffisante de réaction, si nous évitons les causes d'affaiblissement moral et physique, nous échappons au mal; si au contraire, notre âge, notre constitution, notre genre de vie, font de nos organes un sol propice à la végétation pathologique, la maladie s'enracine sur nous, et l'on voit paraître chez l'un la variole, chez l'autre une fièvre intermittente, etc. Le médecin est l'horticulteur chargé d'arracher de nos organes ces mauvaises herbes avant qu'elles n'aient pris racine à nos dépens. On peut donc dire qu'un hôpital n'est qu'une grande serre, un vaste champ, qui représente toute la flore de nos maladies, un océan où nagent les fièvres, a variole, la phthisie et tout le triste cortége des affections contagieuses.

CHAPITRE III.

DE L'EAU.

Complétons ces notions élémentaires par quelques données sur la composition et le rôle de l'eau pour l'objet qui nous occupe.

De toutes les substances qui sont l'objet de l'étude des savants, il n'en est point qui, à raison de leur utilité et de leur application, puisse se comparer à l'eau. Il ne se passe, pour ainsi dire, aucun phénomène dans la nature sans que l'eau n'y joue un rôle considérable. L'eau fait partie de tout ce qui a vie, c'est la base de nos boissons, c'est le véhicule de la nourriture animale et végétale, c'est de nos jours, sous forme de vapeur, la force motrice merveilleuse qui a centuplé les forces humaines. Après l'air, c'est peut-être, de tous les corps qui nous entourent, le plus nécessaire. En effet, on remplace le pain et mille autres objets utiles à notre existence, on ne peut remplacer l'eau. Où plantaient leurs tentes les premiers pionniers de la civilisation? sur le bord des fleuves. Que manque-t-il dans tous les pays aujourd'hui dénudés et jadis habités par des peuples célèbres? l'eau. Que sont les travaux publics entrepris dans ces derniers temps pour rendre nos villes plus agréables et plus salubres? des accessoires et des compléments. La chose suprême, essentielle, indispensable, sans laquelle il n'y a ni commodité, ni salubrité, ni santé, c'est l'eau, ce véhicule qui, pris chaque jour en petite quantité, amène avec lui, s'il n'est pur, une foule de maladies inconnues, à principes insaisissables qui déroutent le diagnostic le plus exercé.

Ce corps, le plus abondant de tous ceux qui se trouvent à la sur-

face du globe, est une combinaison de 11 pour 100 environ d'hydrogène, avec 89 pour 100 d'oxygène. Il est la réunion de molécules d'une mobilité extrême, séparées entre elles par des interstices où se logent d'autres corps, comme le sucre, divers sels, etc. On peut s'en convaincre en faisant fondre des sels en certaine quantité dans un vase rempli d'eau, le niveau ne s'y élèvera pas. Dans l'état naturel, l'eau est sans odeur, sans saveur appréciable; elle est transparente, incolore, sa pesanteur sert de comparaison pour tous les corps; elle est prise pour base de notre système de poids; à $+4^0$ centigrades, un centimètre d'eau distillée est notre gramme. L'eau se présente à nous sous trois formes : gazeuse, solide et liquide. C'est sous cette dernière forme seulement que nous aurons à la considérer. Sous forme solide, nous avons cependant à constater son expansion subite qui lui fait prendre un accroissement de volume dans le rapport de 9 à 10; c'est ce phénomène qui devra nous occuper pour l'installation hivernale de nos tuyaux; c'est l'un des accidents à prévoir dans l'introduction de l'eau dans les appartements.

Pour bien comprendre notre sujet, nous prendrons l'eau du moment où elle tombe du ciel pour la recueillir, la filtrer, la distribuer, la chauffer, la purifier, et l'utiliser enfin, jusqu'au moment où elle retourne en fleuve pour remonter aux nuages, sous forme de vapeur, dans cet admirable circuit que lui impose la nature pour la satisfaction des besoins de l'homme. On a dit avec raison que l'eau est un véritable Protée aux mille formes; c'est elle, en effet, qui modifie les éléments, intervient dans les tempêtes, s'infiltre dans les entrailles de la terre, dans les tiges et les cellules des plantes; elle dissout les matières minérales du sol, décompose les matières organiques, traverse les tissus des végétaux et des animaux et sert à faire circuler le sang dans nos veines et la séve dans les plantes. Sous forme solide et liquide, elle donne à la thérapeutique un de ses agents les plus énergiques, pour le traitement des maladies par le froid dont elle est le véhicule; sous forme de vapeur, elle donne la vie à nos machines; elle porte la chaleur dans nos serres ou nos ateliers : dans sa chute, elle use les pierres les plus dures, soulève les rochers dans les torrents, déchire le sol par ses cataractes, amoncelle le sable sur nos rivages, et cependant, dans ces transformations merveilleuses, elle reste toujours l'esclave de deux maîtres : la chaleur et la pesanteur.

Terminons ces notions élémentaires par la théorie des vases communiquants, c'est-à-dire par l'exposé de la grande loi qui régit la distribution de l'eau dans les villes et dans nos maisons.

Lorsque plusieurs vases communiquent entre eux par leur partie inférieure, quelles que soient leur forme, leur capacité et leur direction, si l'on verse un liquide dans l'un de ces vases, ses molécules sollicitées également par la pesanteur se répartiront également et se mettront en équilibre dans tous les vases (fig. 2), et si l'on tire une ligne par les points A, B, C, D, cette ligne sera horizontale.

Maintenant, si l'on introduit dans deux vases communiquants, deux liquides de densité différente et non susceptibles de se mêler, les choses ne se passeront pas de même. Si nous prenons un tube de verre recourbé O, O′ (fig. 3) et ouvert aux deux extrémités, et si nous

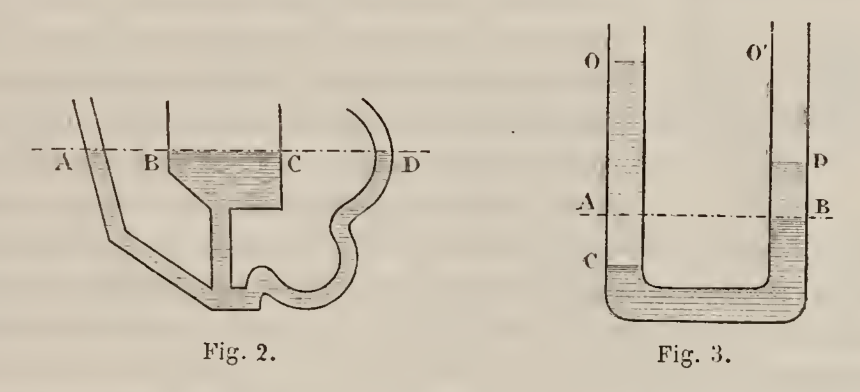


Fig. 2. Fig. 3.

versons dans l'un des tubes du mercure par exemple, il se mettra en équilibre sur la ligne AB. Si l'on verse ensuite un liquide moins dense que le mercure dans le tube O, le mercure y descendra au point C, par exemple, et remontera en D, dans le tube O′, mais les deux niveaux ne seront point d'égale hauteur, comme dans le cas précédent et le rapport de ces hauteurs sera proportionnel à la densité des deux liquides.

C'est cette loi qui régit l'ascension et le déplacement des gaz dans l'air et des liquides près des foyers; c'est elle qui détermine l'ascension de la fumée dans les cheminées; c'est elle qui explique pourquoi deux cheminées allumées en même temps, dans le même salon, ou dans deux pièces contiguës, fument la plupart du temps, quand elles ne sont pas pourvues de ventouses suffisantes, parce que la combustion plus vive d'un foyer fait appel à l'atmosphère par l'autre cheminée dont la colonne d'ascension est moins échauffée. Cette as-

cension a pour force la différence qui existe entre le poids de la colonne d'air chauffée dans la cheminée, comparée avec une colonne d'égale hauteur prise dans l'atmosphère ambiante. La hauteur de l'atmosphère étant la même pour les deux colonnes, on peut en faire abstraction. Ainsi, que par la combustion d'un foyer, on élève la température de la colonne A, B (fig. 4), l'air extérieur entrant par les fissures des portes et des fenêtres, ou par les ventouses, chassera la colonne AB ascendante avec d'autant plus de force qu'il y aura entre elle une plus grande différence de chaleur ou de densité ; chaque molécule d'air chaud tendra à s'élever de la même manière et par la même cause que celle qui détermine l'ascension d'un morceau de liége plongé dans l'eau. L'air du dehors, plus froid et plus lourd que l'air du foyer, s'introduira à l'intérieur et tombera de la même manière qu'un corps lourd, une pierre, par exemple, tombe au fond de l'eau. De là, une plus grande activité de tirage en hiver qu'en été, dans les temps secs que dans les temps humides. De là, la nécessité de ne pas trop refroidir les colonnes d'ascension de fumée et l'obligation de laisser un libre accès à l'air extérieur qui doit remplacer la colonne montante.

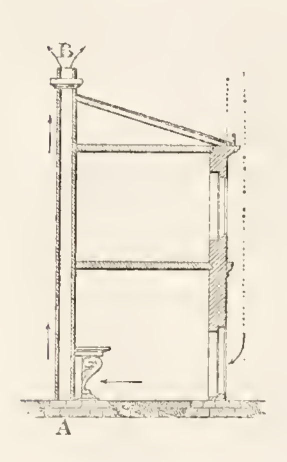


Fig. 4.

La figure 3 qui précède explique toute la théorie de la fumée qui a été et qui est encore le désespoir de tant de personnes.

C'est le foyer de nos cheminées : C, O, la colonne de fumée, et O' la ventouse ou le robinet du grand réservoir atmosphérique d'air froid chassant et soulevant par son poids la colonne C, O. Si nous étudions ces trois termes du problème, nous verrons paraître tour à tour les principales causes de la fumée dans nos appartements et nous en connaîtrons par conséquent le remède.

Ainsi : 1° que le vent vienne rabattre sur le point O, il en fermera momentanément l'orifice, surtout si la combustion est peu active, et si l'orifice de fumée en bas et en haut n'a pas été rétréci. Il y a une foule d'appareils pour éviter cette cause de fumée à laquelle s'en joint souvent une autre.

2° Si la colonne C, O, est trop large, il peut y avoir deux courants, l'un montant, l'autre descendant venant remplacer l'air du courant

ascendant : la fumée retombe alors dans l'appartement. La cheminée ne doit avoir que la section nécessaire pour la combustion et la ventilation, soit un diamètre de $0^{m},25$ à $0^{m},30$; elle doit être proportionnée au foyer et de forme circulaire autant que possible pour éviter les points de frottement.

3° Si le foyer C est trop ouvert, l'air froid de la pièce vient se mêler aux gaz de la combustion, la colonne C, O, refroidie, aura peu de force ascensionnelle et le moindre obstacle au point O, à la sortie, ou au point O′, à l'entrée de l'air, causera de la fumée ; de là le rétrécissement des foyers proposé par Rumfort.

4° Si l'on ferme l'accès de l'air extérieur O′, c'est-à-dire, les ventouses, ou les joints des portes et des fenêtres, ce qui est le cas le plus ordinaire, il y aura atonie dans la combustion et dans la circulation : c'est là une des causes de la fumée dix-neuf fois sur vingt.

5° Si deux tuyaux de fumée communiquent dans la colonne C, O, et s'il n'y a pas de feu dans l'un des foyers, l'air froid de ce foyer diminuera le tirage. De plus, le foyer non allumé s'exposera à recevoir la fumée de l'autre, pour peu qu'il y ait appel dans d'autres pièces.

6° Enfin, supposons que les colonnes C, O, et B, O′ représentent les cheminées de deux salons contigus ; si ces cheminées n'ont pas de ventouses suffisantes, ce qui est le cas ordinaire, le foyer le plus actif, c'est-à-dire la colonne la plus légère fera appel sur la colonne la plus lourde. De là encore de la fumée, etc., etc.

On voit qu'une fois la théorie ou la cause du mal bien comprise, le remède devient facile.

La loi qui régit l'ascension ou le déplacement des liquides est de même fondée sur la différence de leurs densités. Ainsi, dans le tube A, B (fig. 5), si l'on verse de l'eau à une même température, le liquide restera en repos et en équilibre. Si l'on chauffe le point B, aucun mouvement ne se manifestera dans la colonne à cause du peu de conductibilité de l'eau : mais, si l'on place le foyer en A, les choses ne se passeront pas de même ; à l'instant, l'équilibre sera rompu, la couche supérieure devenant plus chaude, c'est-à-dire plus légère, s'élèvera pour être remplacée par la couche inférieure plus froide ou plus lourde : il s'établira un mouvement

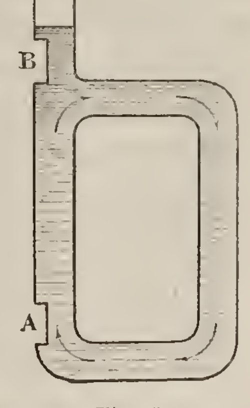


Fig. 5.

circulatoire qui variera suivant la déperdition de chaleur par les surfaces de transmission et suivant l'intensité et la durée de la combustion du foyer.

Les lois ci-dessus s'appliquent au déplacement et à l'ascension des liquides et des gaz en ce qui concerne notre point de vue spécial ; elles diffèrent notablement quand il s'agit de leur écoulement, et cela en vertu de la compressibilité et de l'élasticité des gaz comparés aux liquides qui ne sont pas doués des mêmes propriétés. Dans la pratique, il y a lieu aussi de tenir compte des coudes, des frottements, de la nature des orifices, etc., etc.

Les quelques notions qui précèdent suffiront pour bien comprendre et expliquer tout ce qui va suivre.

CHAPITRE IV.

DES BAINS.

Nous n'avons pas à nous occuper ici des bains sous le rapport médical, mais seulement au point de vue de leur installation domestique. Vouloir démontrer leur influence sur la santé serait superflu. On a dit avec raison : « Pas d'eau, pas de propreté : pas de propreté, pas de santé. » Pour l'hygiéniste, saleté est synonyme de paresse, abrutissement, mauvais instincts. Au contraire, propreté veut dire : bonne humeur, activité, respect de soi-même et moralité. J'ai eu souvent occasion de fréquenter les classes pauvres, j'ai toujours vu le vice habiter des maisons sales et d'apparence douteuse. Par contre, le travail et l'honnêteté s'annoncent généralement par un logement propre et bien tenu. Chacun sait que, dans la machine humaine, la nature a deux modes d'expulser les matières impropres à la vie : la défécation et la transpiration ; de là, l'importance capitale de ces deux fonctions, dont le dérangement amène toujours un trouble sérieux dans la santé. Les anciens, comme les peuples du Nord aujourd'hui, ne regardaient pas comme complet un bain ordinaire par immersion, ils y ajoutaient toujours les frictions, le massage et tout ce qui pouvait entretenir à la peau la souplesse et la puissance d'élimination. Pourquoi l'usage de ces bains est-il si peu répandu chez nous, tandis qu'il est si commun à l'étranger ? Cela tient à la rareté comparative de l'eau dans nos villes, à la dépense qu'occasionne souvent leur installation mal comprise, dans nos habitations si étroites ; enfin, cela tient à l'incurie, à l'ignorance où l'on est des moyens faciles,

économiques, d'avoir sous la main à toute heure du jour ou de la nuit, un bain, c'est-à-dire un plaisir qu'on ne peut se procurer qu'à certains moments du jour, je veux dire, quand la digestion est complétement terminée. C'est ici le cas de constater, que partout où l'on fait cuire nos aliments, on a négligé deux emplois importants de la chaleur perdue de nos fourneaux : 1° l'emploi de la fumée pour chauffer l'eau des bains ; 2° l'emploi de cette même fumée, ensuite, pour ventiler la cuisine, une écurie, une pièce quelconque.

Ce sont ces procédés que nous aurons à étudier pour en faire l'application économique dans nos habitations modernes.

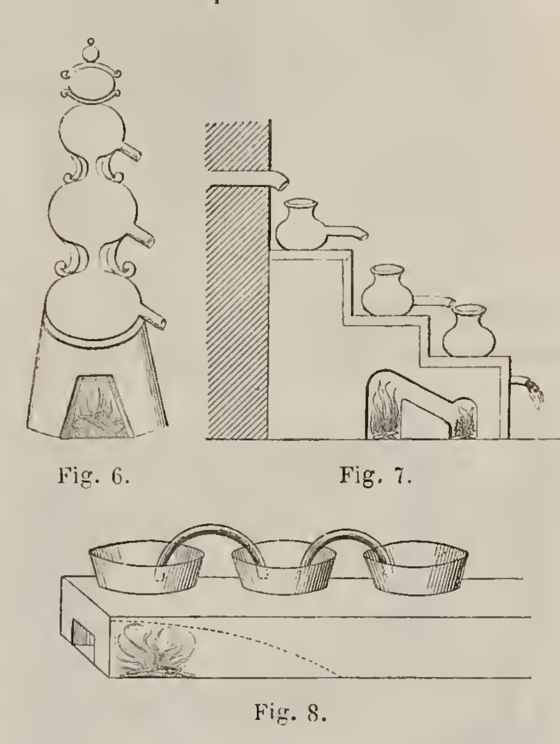
CONSIDÉRATIONS HISTORIQUES.

Il ne sera pas sans intérêt de rappeler ici jusqu'à quel degré de raffinement la Grèce et l'Italie avaient porté l'usage des bains; le climat les rendait du reste plus nécessaires que chez nous. Tout porte à croire que les premiers habitants du globe ont dû occuper d'abord des pays chauds; aussi les bains étaient-ils chez eux d'autant plus nécessaires que la sécrétion cutanée était plus abondante. Le linge de corps n'était pas employé comme de nos jours, enfin, les chaussures antiques ne garantissaient que le bas du corps comme les nôtres; il était donc naturel que les religions anciennes eussent rendu obligatoires les ablutions fréquentes. Les sectateurs de Brahma divinisaient le Gange, les Égyptiens adoraient le Nil; Moïse, à son tour, ordonna les bains et les purifications à son peuple; enfin Mahomet fit des ablutions une pratique religieuse. Il est probable que l'oubli de ces pratiques, au moyen âge, dut influer beaucoup sur la santé publique et engendrer les hideuses maladies qui motivèrent les « Ladreries ou Léproseries » que nous ne connaissons plus que de nom.

Hérodote nous apprend que, de son temps, « si l'on a besoin d'un bain chaud, le meilleur moyen est de verser de l'eau sur des cailloux incandescents. »

Lorsqu'on lit, dans Hippocrate et dans Galien, les chapitres relatifs à l'emploi des bains naturels ou minéraux, on voit que, de leur temps, on connaissait déjà parfaitement les effets des eaux sulfureuses, alcalines ou ferrugineuses. Au siècle d'Auguste, Vitruve nous offre, au

chapitre x, livre V, de ses œuvres, l'un des plus anciens documents écrits que nous ayons sur les dispositions des bains romains. En voici le texte : « On mettra sur le fourneau trois grands vases d'airain dont l'un sera pour l'eau chaude, l'autre pour l'eau tiède et le troisième pour l'eau froide. Ces vases seront tellement placés et disposés, que de celui qui contiendra l'eau tiède, il ira dans celui qui contient la chaude autant qu'il en aura été tiré de chaude, et qu'il en entrera par la même proportion de celui qui contient la froide dans celui qui contient la tiède. Le dessous des bains sera chauffé par un seul fourneau. » On voit que Vitruve, ici comme dans d'autres passages, ne brille pas par la clarté. Claude Perrault qui le traduit en 1673, croit ajouter quelques lumières sur ce sujet par les fig. 6, 7 et 8, tirées de son ouvrage et qui représentent, en effet, les trois étages superposés : elles prouvent que, déjà de ce temps-là, les architectes étaient plus forts sur le dessin que sur la physique.


Fig. 6. Fig. 7.
Fig. 8.

Deux documents importants de l'époque romaine jettent quelque lumière sur les bains anciens. C'est d'abord la peinture trouvée à Rome dans les bains de Titus (fig. 9), représentant la position des chaudières superposées, la situation des bains contigus, chauds, tièdes et froids, les bains de vapeur, la salle aux frictions, enfin le chauffage de l'édifice par des hypocaustes ou fourneaux pratiqués sous le sol des thermes.

On a aussi un souvenir de bain particulier trouvé à Pompéi (fig. 10) : on y voit l'eau chauffée dans des chaudières dont on montre encore l'emplacement aux voyageurs. Deux tuyaux conduisaient au bain l'eau de la chaudière placée à l'extérieur : le sol du cabinet, recouvert de mosaïques, est chauffé par l'hypocauste à colonnes ordi-

naires; on a ménagé en haut une issue pour la vapeur, au milieu, une vasque pour l'eau froide et une fenêtre où se posait la lampe

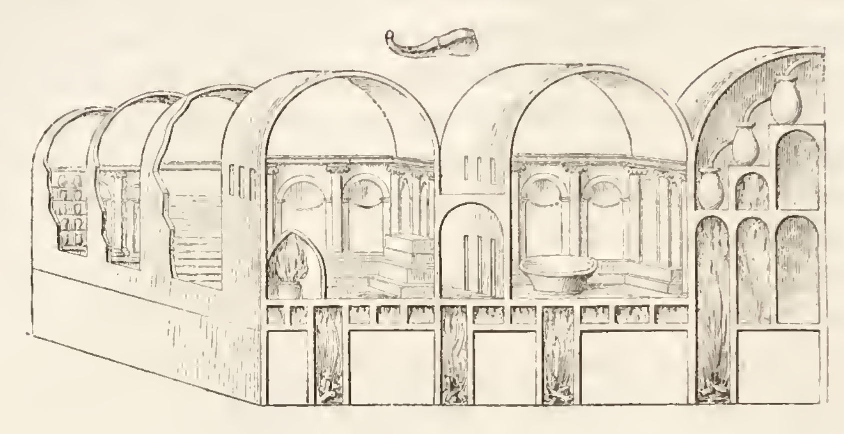


Fig. 9.

allumée à l'extérieur pour éviter la buée. Les verres de cette fenêtre étaient arrêtés dans des rainures d'airain en forme de T, comme de nos jours, et par des taquets tournants (fig. 11).

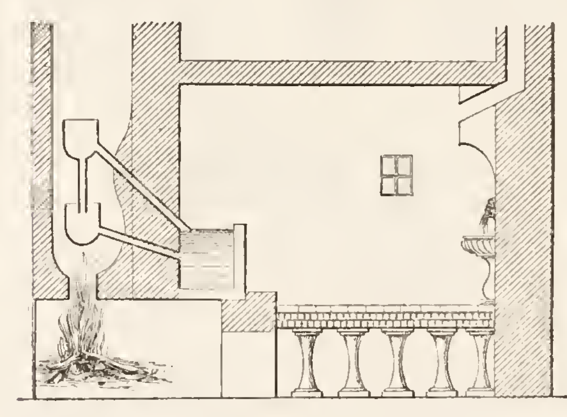


Fig. 10.

Enfin, on a, à Pompéi, au nord du forum, une ruine assez complète représentant un établissement de bains publics situé au milieu d'un carré de maisons; là, on retrouve tous les éléments des bains anciens tels qu'on en a découvert dans beaucoup d'autres parties de l'Europe, c'est-à-dire, le bain froid, tiède et chaud, en un mot, tous les appareils usités par les Romains. Chose curieuse, ils pratiquaient ce que nous recherchons à notre tour aujourd'hui, l'utilisation de la fumée : les deux grands réservoirs d'eau chaude et tiède, recevaient successivement l'action du feu dont la fumée allait baigner ensuite le dessous des étuves suspendues sur piliers pour repasser et remonter ensuite entre deux murs creux. Pour compléter la ressemblance des anciens avec les modernes, disons qu'on a retrouvé,

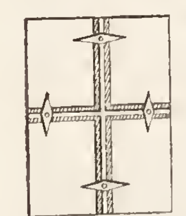


Fig. 11.

près des fourneaux, des résines qui servaient sans doute à activer le feu, comme nous cherchons à le faire avec du pétrole.

Nous donnons ici (fig. 12) le dessin de Mercurialis qui résume, en

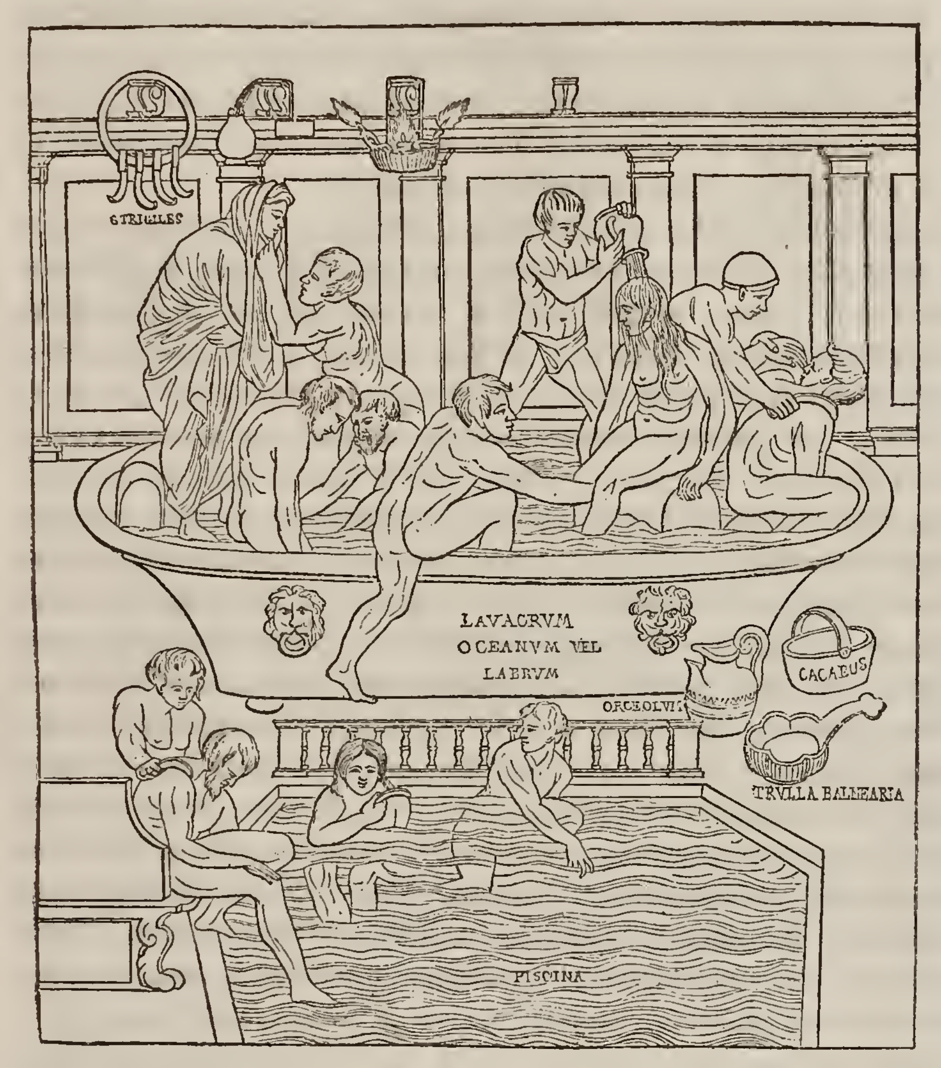


Fig. 12.

1569, et indique presque toutes les opérations pratiquées dans les bains publics après les exercices du gymnase, savoir : les frictions avec le strigile, le massage, la traction des articulations, les ablutions, enfin le bain de piscine. Ces procédés, imités de l'Orient, constituent encore aujourd'hui le bain turc. A Londres, ils sont appliqués dans tous leurs détails au curieux établissement de Jermyn Street. Pourquoi des bains semblables n'existent-ils pas à Paris où nous n'avons que des misérables bains russes? Qui ne sait, ce-

pendant, le parti que l'on peut tirer des étuves sèches au point de vue médical.

Les bains publics qui, à Rome, tenaient lieu de gymnases, des cercles ou des cafés actuels, étaient devenus, sur la fin de l'empire, des lieux de débauche où se commettaient des excès de tout genre. Ces abus disparaissent au moyen âge, mais on passe à l'excès contraire, et il faut remonter aux temps modernes pour voir reparaître un usage rationnel de l'eau sous toutes ses formes.

Cependant, la tradition des Thermes antiques, complétement perdue chez nous, s'est conservée dans certaines parties de l'Orient, comme tant d'autres usages anciens. En Europe, le christianisme, pour mettre obstacle aux excès du Bas-Empire, prêcha le mépris de la matière et fit négliger les soins du corps périssable. En Orient, au contraire, les préceptes religieux commandent des ablutions répétées : on y a donc conservé l'usage du bain à peu près tel qu'on le prenait dans la Rome impériale et la description d'un bain turc rappelle, presque en entier, ce que nous ont décrit les auteurs latins. On sait au reste que l'usage des bains, à Rome, y avait été introduit après les rapports des Italiens avec les Grecs, qui tenaient eux-mêmes leurs usages des Orientaux et des Égyptiens. Nous avons l'habitude de considérer les Romains comme nos pères en civilisation; mais, historiquement parlant, ce sont des peuples modernes, et leurs mœurs se retrouvent à chaque pas chez les peuples qui les ont précédés. Ainsi, pour en prendre un exemple dans le sujet qui nous occupe, le bain romain n'est autre chose que le bain chinois des classes riches, qui, de temps immémorial, avaient des hypocaustes placés à l'extérieur, faisant circuler l'air brûlé sous de doubles planchers supportés par des piliers et remontant ensuite dans de doubles murs.

Parmi les peuples qui, de nos jours, comprennent le mieux l'usage de l'eau, il faut citer les Américains et les Anglais. On a construit dans plusieurs parties de Londres de vastes piscines, revêtues à l'intérieur de faïence blanche, où l'eau arrive en abondance et où l'on peut trouver, en toute saison, des compartiments chauds, tièdes ou froids. En France, à Paris, nous sommes loin d'avoir tiré parti de nos ressources, soit en utilisant la chaleur des eaux de condensation de nos usines, soit en faisant servir l'eau des puits artésiens à l'alimentation par une eau courante de piscines publiques. Il est pourtant de la plus haute importance de mettre les bains à la portée des

classes pauvres. C'est dans ce but qu'a été votée par l'Assemblée nationale la loi du 3 février 1851, qui n'a malheureusement pas produit tout l'effet qu'on en attendait. N'oublions pas qu'un moyen simple, rapide, économique et pas assez employé chez nous pour introduire les habitudes de propreté dans les classes ouvrières, est le bain par affusion, ou en douche, au sortir des ateliers, où une transpiration cutanée abondante et les poussières animales ou minérales en suspension dans l'air rendent plus nécessaire une ablution générale. Des bains, par immersion, sont longs et coûteux de toute manière. Consulté par un de nos grands propriétaires de mines de charbon sur le moyen de laver rapidement et économiquement 5 à 600 ouvriers sortant chaque soir de la mine, je conseillai un bâtiment simple, contigu à la machine à vapeur, où, avec la chaleur perdue de la cheminée, on chauffait un vaste réservoir alimenté au besoin par la chaudière. Le sol du bâtiment fut couvert de planches aux angles arrondis et séparées de 5 millimètres sur un fond de ciment en pente; tout autour, et à trois mètres au-dessus du sol, des tuyaux munis de pommes d'arrosoir mus par des cordons à un mètre de distance : chaque mineur pouvait, en un instant, se frictionner et retrouver son gîte le corps frais et dispos. Pourquoi ne pas employer aussi ce moyen rapide et économique dans nos colléges, où l'on donne si peu de temps aux élèves pour la toilette indispensable, qu'ils peuvent à peine se laver les mains et le visage, cela dans des appareils parfaitement barbares? Dans toutes les pensions on a une cuisine, ce qui veut dire de l'eau chaude pour rien et à discrétion. Pourquoi ne pas installer, près des dortoirs, des cases, en nombre suffisant, où l'eau arriverait à la température convenable, suivant les saisons, et où les élèves apprendraient de bonne heure le respect et la pratique des premières lois de l'hygiène?

DES DIFFÉRENTS MODES DE CHAUFFAGE DE BAINS.

Examinons successivement les principales méthodes employées de nos jours pour se donner le luxe d'un bain à domicile.

L'un des plus simples consiste dans un cylindre (fig. 13), communiquant avec la baignoire par deux tuyaux et surmonté d'un chauffe-linge; le chauffage qui demande de 30 à 45 minutes, suivant les sai-

sons et le combustible employé, peut se faire dans un foyer intérieur pouvant utiliser toute espèce de combustible ou mieux avec une couronne de becs de gaz sous le foyer. Ce dernier moyen est préférable dans beaucoup de cas, parce qu'il est plus prompt et plus simple, qu'il supprime les cendres et la fumée, enfin, il permet de réchauffer le bain plus facilement et ne nécessite pas l'intervention d'un domestique; on ajoute quelquefois à l'appareil un foyer réflecteur pour chauffer la pièce. C'est ici le cas de dire que le prix auquel le public paye le gaz actuel est beaucoup trop élevé, et que, dans un temps donné, le chauffage des bains et celui des cuisines des petits ménages devra se faire en grande partie par des procédés moins encombrants que les moyens actuels; le gaz d'éclairage est un de ces moyens, quand son prix sera ce qu'il doit être. Il est indispensable d'avoir une issue extérieure pour les gaz provenant de la combustion. Ce moyen a l'inconvénient d'exiger un certain temps pour la préparation du bain, mais il prend peu de place, il n'exige qu'un petit tuyau de fumée, il permet, si on a le gaz chez soi, d'avoir son bain à toute heure, sans domestiques, et il chauffe en même temps le cabinet, où il est indispensable d'avoir une certaine chaleur au sortir du bain.

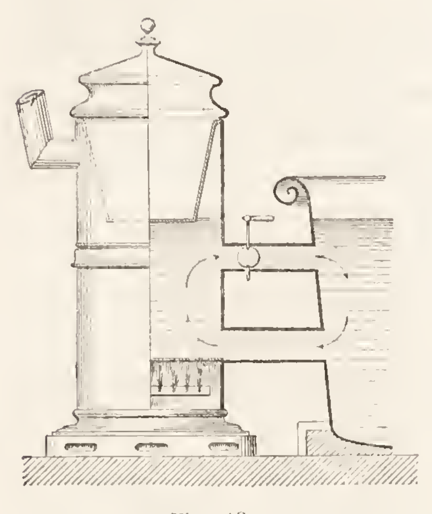


Fig. 13.

Un second moyen, fort simple, consiste dans l'emploi d'un cylindre en cuivre étamé de 0^{m},60 de diamètre, sur 1^{m},50 de haut (fig. 14), placé sur un petit massif en briques, ou un trépied en fer, soit dans le cabinet de bain, soit dans une pièce contiguë, soit encore dans une des pièces supérieures, suivant la place du réservoir d'eau froide et la position possible du départ de fumée. Le foyer est entouré d'eau de toutes parts et surmonté de la colonne de fumée utilisée à l'intérieur dans un mètre de son parcours; sur une des parois, peut s'ouvrir le chauffe-linge. L'alimentation du réservoir a lieu par le haut et le départ au-dessus du foyer qui ne doit jamais ainsi rester sans eau; plus bas, un petit robinet de décharge et de nettoyage.

Un troisième moyen consiste à placer autour du foyer du fourneau

de cuisine, un bouilleur, ou double boîte en cuivre étamé, ou en tôle rivée, communiquant avec un réservoir d'eau chaude placé, soit à

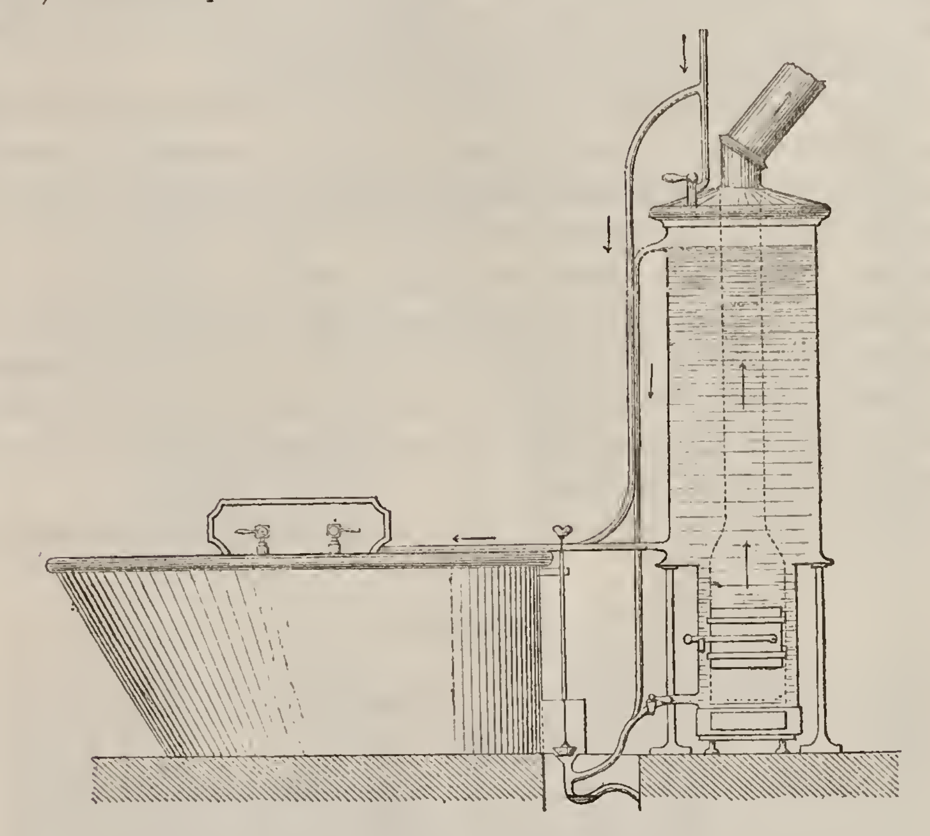


Fig. 14.

côté, soit dans la hotte du fourneau, soit dans le cabinet de bain, suivant les cas. Le bouilleur peut être chauffé aussi par un petit foyer séparé; en tout cas, il sera toujours utile d'entourer le réservoir d'une enveloppe mauvaise conductrice, comme du feutre ou une double boîte garnie de sciure de bois. L'eau froide arrivera en dessous par un petit réservoir d'alimentation avec flotteur. Pour les ménages parisiens superposés, cette disposition permet d'envoyer l'eau, même en siphon, dans la pièce qu'on aura choisie.

C'est ici le cas de recommander une modification facile dans la forme de nos cheminées dont la hotte en pente ne sert à l'extérieur qu'à recevoir la poussière et la fumée. Cette hotte est d'autant plus inutile que neuf fois sur dix, il n'y a qu'un tuyau pour la fumée et pour la ventilation : on ferme donc toujours la trappe, sans quoi le tirage serait ralenti au moment où il est le plus nécessaire. Si,

comme en Angleterre, on lui donnait la forme carrée et verticale, on aurait par cette disposition et avec peu de dépense additionnelle, une place toujours précieuse dans nos habitations étroites, place qu'on peut diviser et disposer en armoire avec tablettes.

Lorsqu'on aura besoin d'un nombre de bains considérable, si l'on veut rendre ce service indépendant de celui des cuisines et pouvant conserver et emmaganiser longtemps la chaleur avec peu de dépense, les figures 15 et 16 indiquent une disposition que j'ai appliquée avec succès. La chaudière, placée dans un des étages supérieurs, est alimentée par un petit réservoir à flotteur ou par un robinet spécial, ce qui permet d'obtenir l'eau chaude jusqu'à la dernière goutte, tandis qu'avec le flotteur, l'eau se refroidit au fur et à mesure que le réservoir se vide, et cela au moment où, pour réchauffer un bain, elle doit être plus chaude qu'au début.

Dans les figures 15 et 16, on voit que la chaleur du combustible

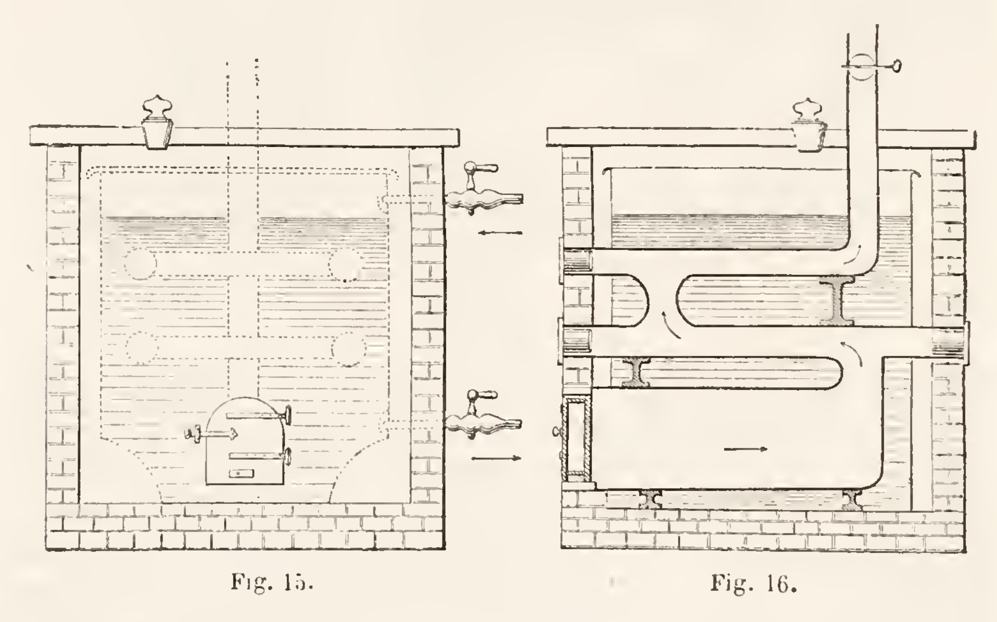


Fig. 15. Fig. 16.

est presque entièrement utilisée et que le réservoir entouré d'une couche d'air et d'un petit mur de briques creuses surmonté d'une épaisse plaque de marbre commun, doit conserver très-longtemps la chaleur acquise.

La disposition indiquée fig. 17, s'applique surtout à un rez-de-chaussée ou à une maison de campagne, ayant sa cuisine en sous-sol et le cabinet de bain à l'étage au-dessus. Cette disposition n'exige qu'un emplacement de deux mètres carrés. A, réservoir d'eau froide,

avec trop-plein, alimentant le bain par le tuyau B, placé à dessein en contre-haut de C : D, petit réservoir à flotteur pour alimenter le réservoir d'eau chaude entouré de toutes parts d'un double encaissement séparé par de la sciure de bois : F, petit tuyau de vapeur allant

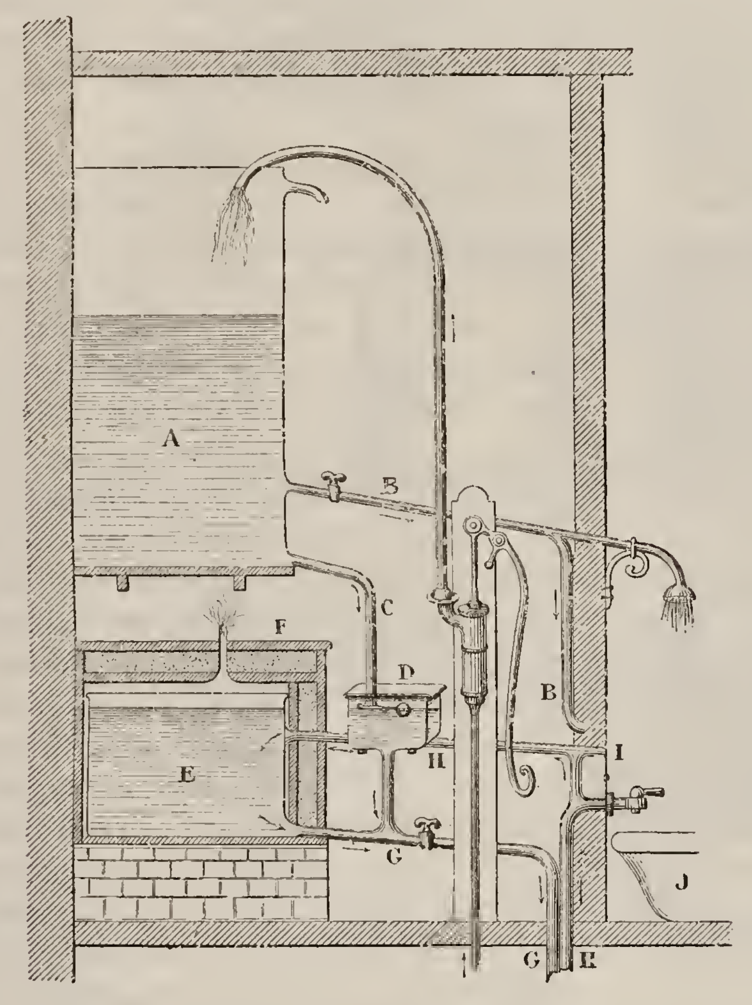


Fig. 17.

déboucher au dehors : G, tuyau de circulation allant au bouilleur de la cuisine : H, tuyau de retour passant dans la double boîte I, formant chauffe-linge ; la prise d'eau chaude, pour le bain, est branchée sur ce tuyau : J, baignoire avec trop-plein, siphon, double fond et encaissement en bois faisant meuble dans la pièce contiguë.

MODE DE CHAUFFAGE DES BAINS EN ANGLETERRE.

J'arrive à la disposition usitée généralement en Angleterre, celle qui est préférée, quand, par un chauffage unique, on veut faire la distribution complète d'une maison pour les bains, les lavabos et pour la cuisine elle-même.

La figure 18 représente la disposition du fourneau de cuisine vu de face, et la figure 19, la vue en dessus, sans la plaque de fonte qui le recouvre.

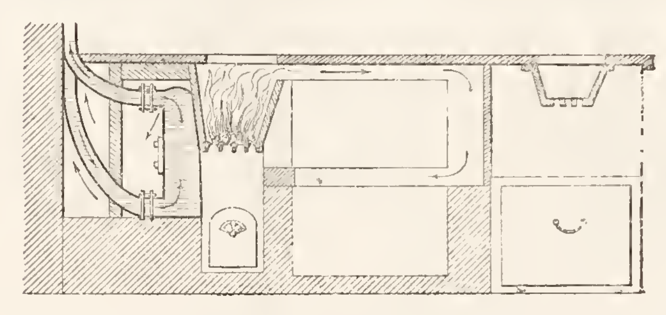


Fig. 18.

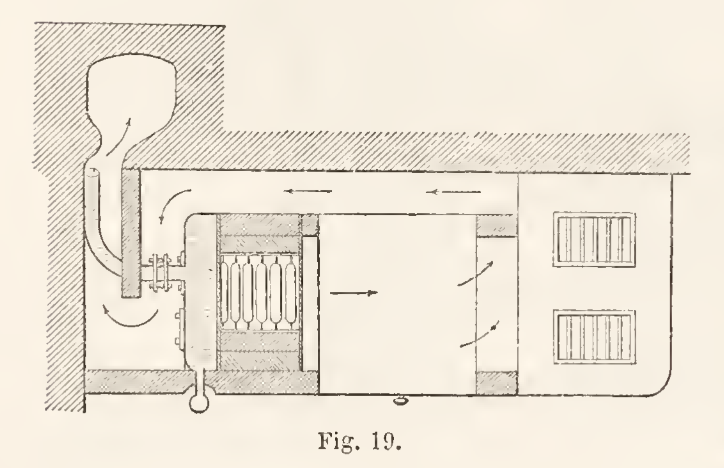


Fig. 19.

Le foyer, séparé du four par une parabole en fonte, pour éviter le contact direct de ce four avec la flamme, sera formé sur les deux côtés, antérieur et postérieur, de briques réfractaires ; une deuxième parabole en fonte sera placée du côté du bouilleur : la fumée, après avoir servi à la cuisson des aliments, viendra passer derrière la partie postérieure du bouilleur réuni aux tuyaux par des joints à boulons qui en rendent le démontage et l'inspection facile. La dimension que je conseille pour ce bouilleur est de 0^{m},40 de hauteur, sur 0^{m},40 de largeur et 8 à 10 d'épaisseur; cette hauteur de 0^{m},40 a pour but d'utiliser la chaleur du cendrier, et d'augmenter la surface de chauffe postérieure dans la partie où l'air brûlé ne sert plus qu'au tirage. Au reste, rien de plus variable que cette forme de bouilleur. En effet, pour avoir une installation complète, il faudrait pouvoir mo-

difier la surface de chauffe suivant les saisons et les besoins. En hiver, l'eau arrive des réservoirs d'eau froide à + 3 ou 4°, tandis qu'en été elle est quelquefois à + 25°. Or, c'est en hiver qu'il faut une plus grande quantité d'eau chaude pour les bains, puisque les trois cents litres de la baignoire, pour arriver à la chaleur nécessaire, ont à monter de + 3 ou 4° à + 32°, tandis qu'en été il peut n'y avoir que 8 à 10° de différence entre la température de l'eau des deux robinets. La surface de chauffe du bouilleur, c'est-à-dire, sa forme plate, ou en équerre, ou en fer à cheval, devra dépendre de la quantité d'eau chaude nécessaire, de l'intensité, de la fréquence de l'allumage du feu du foyer, de la nature du combustible employé, de la manière plus ou moins parfaite dont seront établis et le réservoir d'eau chaude et les tuyaux, qui sont une cause très-importante de déperdition de chaleur. C'est précisément parce que ces données varient partout qu'il y a tant de mécomptes parmi les constructeurs et surtout tant de combustible perdu.

En somme, le système anglais à bouilleur, au contact direct du foyer, est peu économique et ne doit guère s'employer que si le service des bains est fréquent, si on désire une circulation constante et générale dans une habitation et si le foyer est souvent allumé. Il arrive que si l'on emploie la forme du bouilleur en équerre, le meilleur charbon noircit, brûle mal au contact d'une surface froide et donne à peine la chaleur nécessaire au four. J'ai vu consommer ainsi jusqu'à 1500 kilog. de houille par mois dans un foyer ordinaire, ce qui est trois fois trop. En moyenne, la forme du bouilleur que j'indique, quand les surfaces des réservoirs et des tuyaux sont bien isolées, peut fournir trois bains par jour avec une consommation de 5 à 700 kilog. de houille par mois, le foyer étant allumé matin et soir. Au point de vue économique, il y aura toujours lieu de préférer le système français, décrit plus loin, où l'on utilise uniquement la fumée. Plusieurs fois l'expérience m'a prouvé que le passage des gaz brûlés autour du coquemard ordinaire transformé en vase étanche était suffisant et permettait de supprimer le bouilleur. L'on obtient ainsi un chauffage rapide et à coup sûr entièrement gratuit. La fig. 28 indique cette disposition.

Pour terminer ce qui est relatif au bouilleur, disons qu'aux États-Unis il est toujours en fonte, en Angleterre, en forte tôle rivée, ici, en cuivre étamé : on aura soin de le munir d'un trou d'homme pour

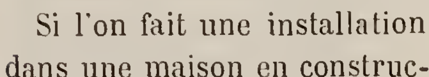
le nettoyage et d'un robinet purgeur à la partie la plus basse, pour chasser les dépôts formés par l'ébullition; on veillera à ce que le tuyau de départ soit placé à la partie la plus haute.

Le réservoir d'eau chaude, placé au-dessous du réservoir d'eau froide, en sera soigneusement isolé par une double enveloppe formée d'une double caisse en planches, garnie de sciure de bois, sur une épaisseur d'environ 10 centimètres, avec un couvercle également double. Ces réservoirs auront tous deux un double fond et un trop-plein; un petit tuyau sera ménagé à la partie supérieure pour l'échappement de la vapeur.

Pour l'installation des villes, il ne faudra jamais mettre la distribution complète d'une maison sous la pression des réservoirs publics, pression qui va, dans quelques quartiers, jusqu'à 4 ou 5 atmosphères, exigeant ainsi des tuyaux plus épais, des robinets mieux ajustés et pouvant causer des fuites graves. En outre, en cas d'interruption de service, lorsqu'on a un réservoir séparé, on peut être prévenu quelques jours à l'avance, en ayant soin de mettre la prise d'eau au milieu et non en bas; inutile d'ajouter que tout réservoir doit être installé avec flotteur, double fond et trop-plein, débitant au moins le double de l'arrivée.

Les tuyaux de circulation devront être en cuivre sur une longueur d'un mètre au moins près du foyer et d'un diamètre d'au moins $0^{m},027$. En Angleterre et en Belgique, quand il y a peu de coudes et peu de raccords, on emploie très-avantageusement les tuyaux en fer étiré, qui sont alors plus économiques et qui sont d'ailleurs préférables au point de vue hygiénique. Le plomb s'emploie seul aux États-Unis. Je l'ai toujours employé, même pour l'eau chaude, à des températures moyennes, comme c'est le cas ici. Il faudra avoir le plus grand soin que le tuyau ascendant d'eau chaude ait toujours une pente, quelque légère qu'elle soit, vers le point le plus élevé : autrement, lorsqu'il y aura formation de vapeur, elle s'accumulera dans les coudes et les contre-pentes et y déterminera des coups de bélier qui pourraient causer des ruptures de tuyaux, ou du moins produiraient un bruit désagréable; si la faute était faite, il faudrait piquer sur le coude un petit tuyau donnant issue à la vapeur et allant s'ouvrir au-dessus du niveau du réservoir d'alimentation. Ajoutons que, sur tout leur parcours, ces tuyaux devront être isolés du tuyau d'eau froide et enveloppés dans une boîte garnie de sciure de bois ou de terre à four (fig.

20), le tout installé avec vis et facile à inspecter. Les coudes seront enveloppés avec du feutre ou des lisières de drap. Pour isoler davantage les tuyaux d'eau chaude du mur, on emploiera avec avantage le collier (fig. 21), ou bien on placera les tuyaux contre une planchette clouée à l'avance dans tout leur trajet.



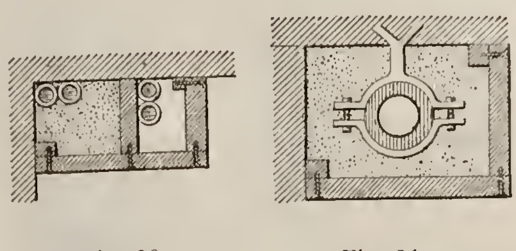


Fig. 20. Fig. 21.

Si l'on fait une installation dans une maison en construction, il ne faudra pas manquer, une fois les distributions bien arrêtées, de ménager le passage des tuyaux dans les murs au moyen de manchons fixes en fonte qui éviteront des percements coûteux et faciliteront les réparations ou l'inspection plus tard.

En général, il faudra faire les installations dans l'angle d'un escalier de service, de manière que l'inspection et les réparations soient toujours faciles (fig. 22) : quand les tuyaux auront à parcourir un espace horizontal, il sera prudent de les loger dans une caisse (fig. 23), garnie de zinc, ayant une faible pente et recouverte d'une planche mobile pour faciliter l'inspection et les réparations possibles. Cette gaîne, peu coûteuse à établir, évitera souvent bien des accidents, surtout si l'on a soin d'en diriger la pente vers une décharge convenable. Sur le tuyau d'eau chaude montante seront pris les branchements à chaque étage. Je ne saurais trop insister sur la nécessité d'isoler complétement par des corps non conducteurs et le réservoir et les tuyaux d'eau chaude, ce qu'on ne fait pas assez généralement; non-seulement on économisera de la chaleur perdue par ces longues surfaces de chauffe, mais encore on aura l'avantage de garder l'eau chaude longtemps après que le foyer du fourneau sera éteint; le matin, même en se levant, le bain sera prêt au moment où il y a moins de temps à perdre pour en jouir et où l'état de l'estomac le permet. Ici,

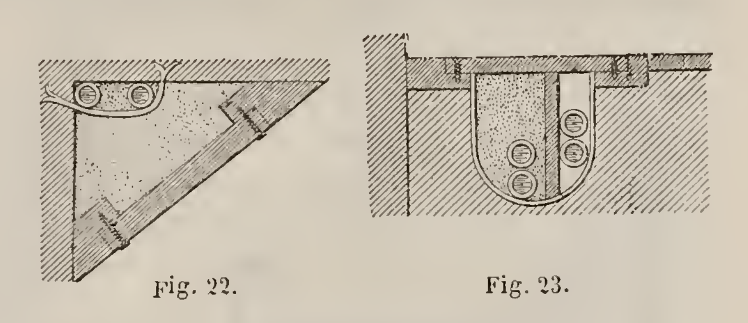


Fig. 22. Fig. 23.

prendre un bain, le commander à un domestique, ôter et remettre ses vêtements, c'est toute une affaire; quand on l'aura à toute heure, le matin surtout, près de son lit et sans l'intervention de personne, on en jouira doublement. Nous donnons, fig. 24, 25 et 26, l'agencement d'un bain, tel qu'il doit être, c'est-à-dire avec douche, trop-plein, chauffe-linge autour duquel circule l'eau chaude, et encaissement en bois, pour donner à l'ensemble la forme d'un meuble confortable au lieu d'être un nid humide

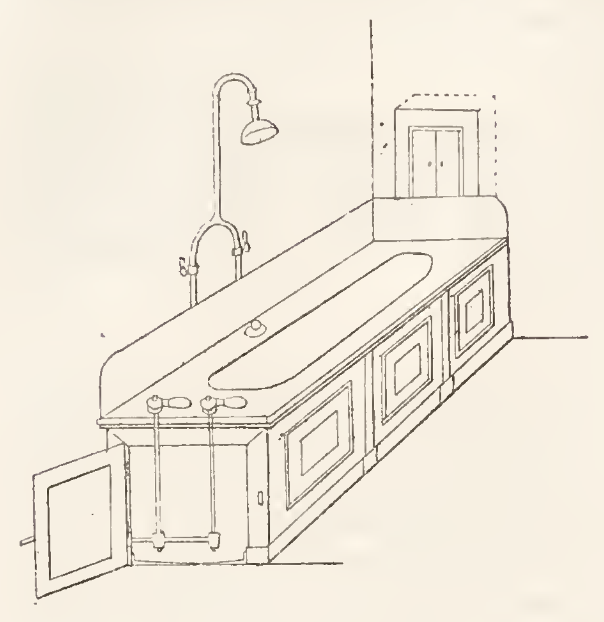


Fig. 24.

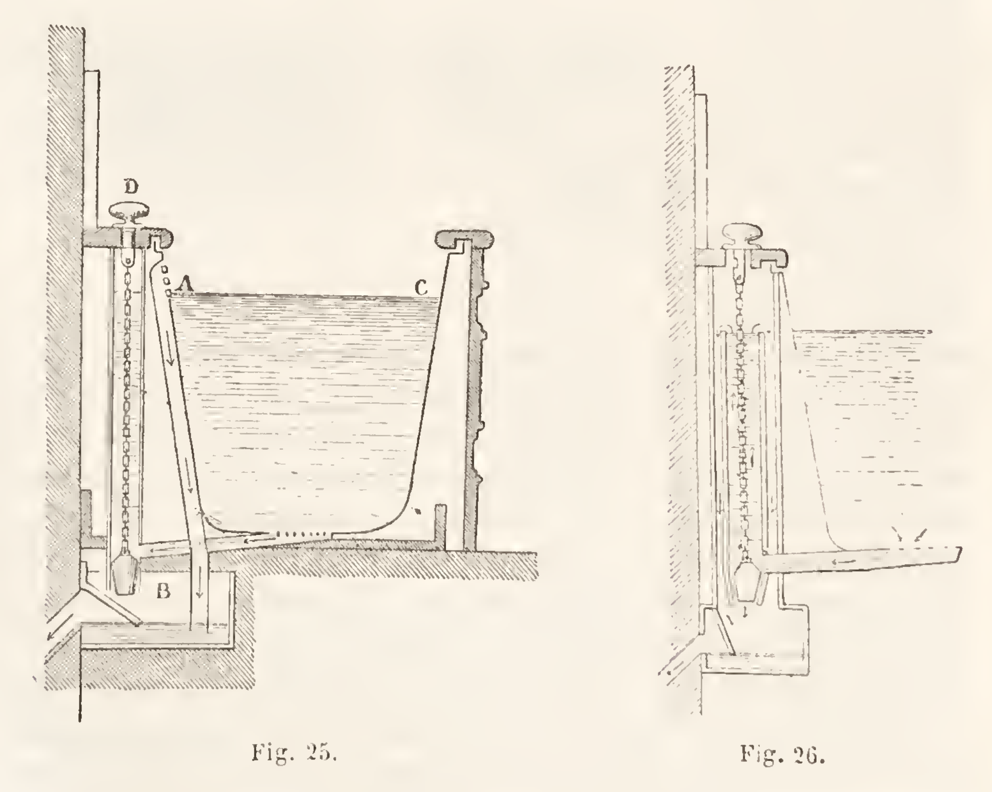


Fig. 25. Fig. 26.

à poussière, comme on le fait ici dans les sous-sols. Pour ne pas avoir

les robinets dans les coudes en se frictionnant, on le mettra de préférence à l'une des extrémités de la baignoire. Dans les fig. 25 et 26, on remarque ce qui doit exister partout où il y a danger d'imprudence, c'est-à-dire, un trop-plein en A allant se déverser dans le siphon B, en sorte que l'eau ne s'élève pas au-dessus de la ligne A C. La vidange s'opère en levant le bouton D. On augmentera beaucoup le comfort de la baignoire en lui donnant une forme inclinée (fig. 27) pour épouser la position du corps étendu. Cette forme a été retrouvée à Pompéi dans les bains publics et c'est, au reste, celle qu'on rencontre partout en Angleterre. Y a-t-il rien de moins rationnel que la baignoire à angle droit usitée en France?



Fig. 27.

Quand on introduit de l'eau chez soi, on a à lutter contre quatre ennemis : 1° la gelée; 2° les fuites aux tuyaux; 3° l'incurie des domestiques ou des enfants; 4° enfin, les odeurs très-dangereuses provenant des eaux de toilette.

La gelée n'est à craindre que pour les tuyaux extérieurs. Si l'on est obligé de les placer ainsi, ce qui est toujours mauvais, il faut se résigner alors en hiver à une interruption momentanée de service pendant les froids et ne pas oublier les robinets de décharge au bas des colonnes. C'est ici le cas de dire que jamais un tuyau ne doit être posé horizontalement. Il doit toujours y avoir une pente de deux à trois millimètres par mètre, pour vider au besoin toute la circulation.

Les fuites de tuyaux ne sont pas dangereuses quand on prend la précaution de faire sa circulation à l'intérieur dans les gaînes dont il vient d'être parlé plus haut. Quant aux robinets accessibles aux enfants et aux domestiques, il est indispensable de mettre, sous chacun d'eux, un trop-plein ou départ calculé très-largement suivant la pression et le diamètre du robinet. Enfin, rien n'est plus dangereux que les émanations des eaux ménagères; c'est pourquoi, à chaque départ devront être adaptés des siphons en S, placés le plus près possible et toujours munis d'un tampon de nettoyage en cas d'engorgement. Ces précautions une fois bien prises, et elles sont indispensables, il y a cent fois moins à craindre les accidents causés par l'eau que ceux que peut occasionner le gaz introduit maintenant dans nos maisons.

Lorsqu'on aura besoin d'une moindre quantité d'eau chaude, on pourra disposer le bouilleur d'une manière plus économique pour le combustible, c'est-à-dire comme la donnent les figures 28 et 29, de l'autre côté du four, ou même par derrière, entre le four et le mur : le foyer pourra ainsi servir à trois fins, 1° à rôtir des viandes par rayonnement d'un côté, 2° de l'autre côté, à la cuisson des mets dans

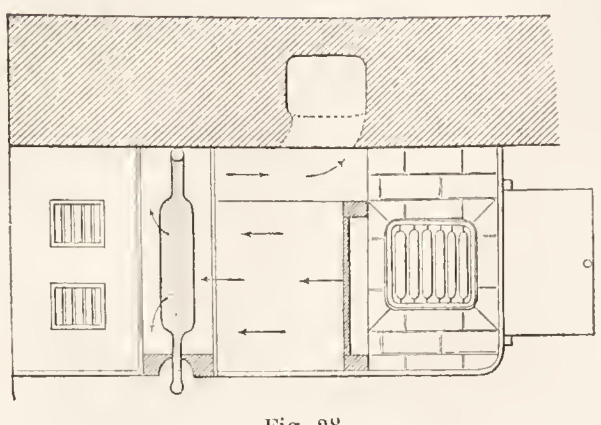


Fig. 28.

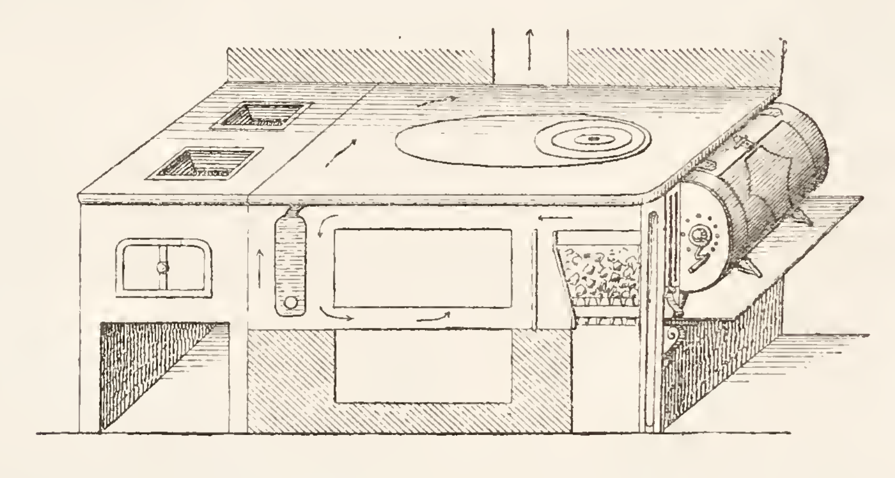


Fig. 29.

le four, 3° au chauffage de l'eau avant d'envoyer l'air brûlé dans la cheminée.

MODE DE CHAUFFAGE DES BAINS AUX ÉTATS-UNIS.

Dans plusieurs villes des États-Unis où le service des eaux publiques est plus régulier, plus assuré qu'à Paris, tous les services d'eau froide sont souvent branchés sur la conduite de la ville, et toutes les distributions, le chauffage, le réservoir d'eau chaude même,

tout est placé en sous-sol. J'ai dit pourquoi je préfère un réservoir d'eau froide placé aux étages supérieurs.

La figure 30 indique la disposition et la place du réservoir d'eau chaude A, posé généralement non loin du bouilleur B; la surface de chauffe de ce bouilleur et la capacité du réservoir qui ne sert, en fait, qu'à emmagasiner de la chaleur pour la trouver prête au besoin, seront toujours calculées suivant la durée de l'allumage du foyer, le nombre de bains nécessaires, etc. Le bouilleur sera toujours muni à sa partie inférieure d'un robinet de décharge C, qui sera ouvert de temps en temps, suivant la nature des eaux employées, pour dégorger sous la pression du réservoir supérieur et entraîner les sédiments terreux et calcaires provenant de l'ébullition.

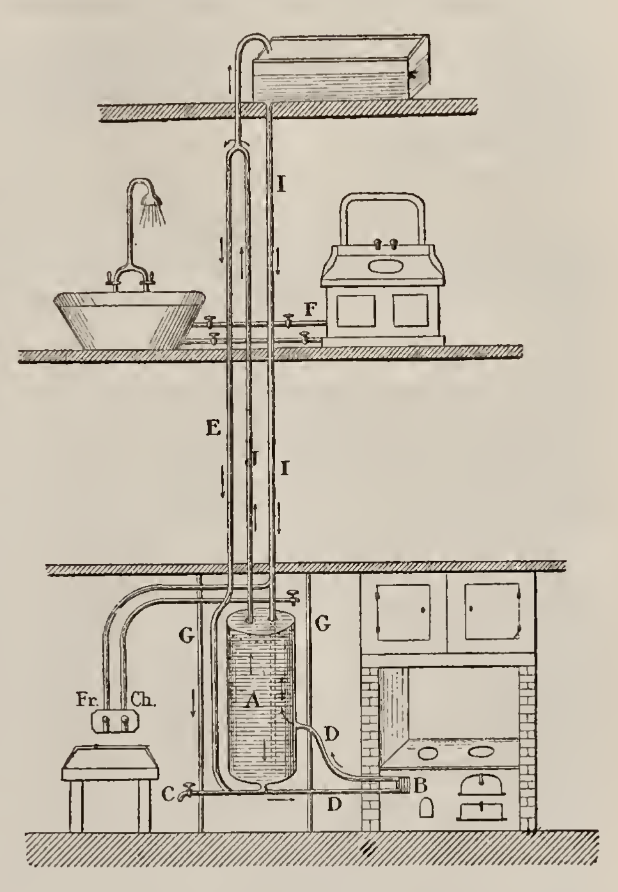
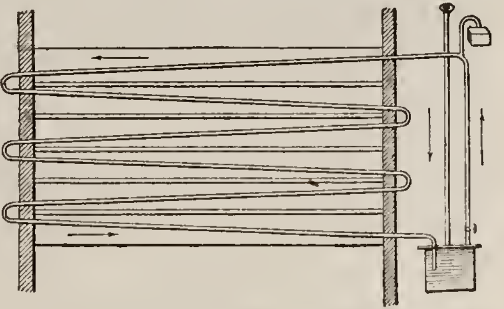


Fig. 30.

Le système américain, c'est-à-dire, la position du réservoir d'eau chaude dans le sous-sol, n'est qu'une modification de l'invention de Bonnemain qui, en 1777, appliqua pour la première fois, à des couveuses artificielles, l'appareil (fig. 31) qui rappelle la circulation artérielle et veineuse. On y a ajouté, aux États-Unis, la seconde partie de la circulation, celle qui a lieu du foyer au bouilleur ou réservoir d'eau chaude. Cette circulation devra avoir lieu par des


Fig. 31.

tuyaux D, en cuivre d'au moins 0^{m},05 de diamètre à partir du bouilleur jusqu'au réservoir, parce que c'est là que la circulation est la plus active et que se font les dépôts calcaires. C'est aussi la partie la plus exposée à l'action du feu. Les autres tuyaux E et I, partant du réservoir, et ceux de distribution seront en plomb de 0^{m},027, sauf ceux des robinets de toilette F et de la pierre d'évier qui n'auront que 0^{m},015 intérieur.

Le réservoir A sera placé sur un massif en briques ou sur un trépied en fer forgé, et cela à quelques centimètres plus haut que le bas du bouilleur B, de manière à donner une pente légère aux tuyaux DD : toute partie du réservoir, placée plus bas, serait un poids mort, c'est-à-dire inutile pour la circulation ; on laissera entre le plafond et le dessus du réservoir un espace d'au moins 0^{m},30 pour le montage des tuyaux ; le robinet d'arrêt et ceux des branchements seront placés en dehors de la chemise d'enveloppe G, et le réservoir sera fait autant que possible en hauteur et non en largeur.

Le tuyau d'alimentation I, muni de son robinet d'arrêt, sera séparé soigneusement des tuyaux d'eau chaude placés ensemble dans une gaîne (fig. 20), et il descendra dans l'intérieur du réservoir où il débouchera à 0^{m},20 du fond ; le tuyau d'ascension J, percé à la partie la plus élevée du réservoir, montera jusqu'au point où l'eau chaude sera nécessaire; à sa partie supérieure sera piqué un petit tuyau de vapeur et de dilatation allant se recourber comme l'indique la figure; de là, le tuyau d'ascension redescendra pour aller rejoindre, comme tuyau de circulation, le tuyau D du bouilleur. Ce tuyau de retour est indispensable, car, si on le supprime pour motif d'économie, lorsque la température de l'eau a dépassé un certain degré et qu'il y a formation de vapeur, cette vapeur fait pression sur la surface supérieure du réservoir et peut le faire vider par le tuyau d'ascension. C'est naturellement sur ce dernier que seront piqués tous les branchements, puisque c'est lui qui contiendra l'eau la plus chaude. Quant au réservoir A, il sera entouré, de toutes parts, par une chemise en planches éloignées de 0^{m},10, et tout l'espace intérieur sera rempli de sciure de bois.

CHAUFFAGE DES BAINS DES MAISONS A LOYER PAR LA FUMÉE.

Je terminerai la description des différents systèmes de chauffage de bains, par ce que j'appellerai le système français, pour ce motif que je ne l'ai vu appliqué nulle part : je crois l'avoir perfectionné et simplifié.

En Angleterre et aux États-Unis où l'on vit verticalement, on trouve depuis longtemps les installations que j'ai décrites précédemment. Mais à Paris, où la vie est différemment organisée et où l'on vit placés horizontalement empilés les uns sur les autres, il y avait un autre problème à résoudre, savoir : *donner des bains à chaque étage, à chaque locataire, sans dépenses, sans accidents, sans domestiques et à toute heure du jour*. Quand je dis sans dépenses, je suppose qu'on vit et mange chez soi, que par conséquent, on y fait du feu ; or, le combustible devenant plus cher tous les jours, il faut lui demander deux services gratuits qu'il n'a pas rendus jusqu'à ce jour : le chauffage du bain par la fumée et la ventilation de la cuisine par un double tuyau. Qu'on ne croie pas avoir un bain gratuit par le bouilleur ordinaire entourant le foyer : non-seulement le charbon y brûle moins bien au contact d'une surface froide, mais la chaleur prise par le bouilleur est une perte réelle pour la cuisson des aliments. On ne doit utiliser que la chaleur perdue de la fumée avant son passage dans la cheminée. Après biens des tâtonnements et des essais pour simplifier et le service et la dépense, j'ai adopté un système de réservoir et de robinets qui convient parfaitement à nos habitations superposées ; il est éminemment économique, puisqu'il ne demande pas d'installation coûteuse et qu'il n'utilise que la chaleur perdue des fourneaux; il peut s'appliquer partout, la dimension seule du réservoir doit varier, suivant les besoins. Ce réservoir pourrait être percé de tuyaux pour augmenter la surface de chauffe comme l'indique la figure 32, où le fourneau et le réservoir circulaire sont placés dans un angle avec communication en siphon avec l'évier et la baignoire. Quand on le pourra, il sera préférable de placer la baignoire le plus près possible du fourneau de cuisine, dans les ménages modestes, pour en utiliser la chaleur par des ventouses convenables.

Les réservoirs, avec tuyaux intérieurs, multipliant à volonté les

surfaces de chauffe, seront surtout à employer dans les pensions, les hôtels, les buanderies, où il faut de grandes quantités d'eau ; c'est l'application de ce qui se fait dans l'industrie (fig. 33), où la fumée, après avoir passé sous les chaudières A, avant d'entrer dans la cheminée B, se dirige à volonté par des registres mobiles C, et va baigner un réservoir percé d'un grand nombre de tubes où l'eau est pompée à 50 ou 60° pour l'alimentation des chaudières.

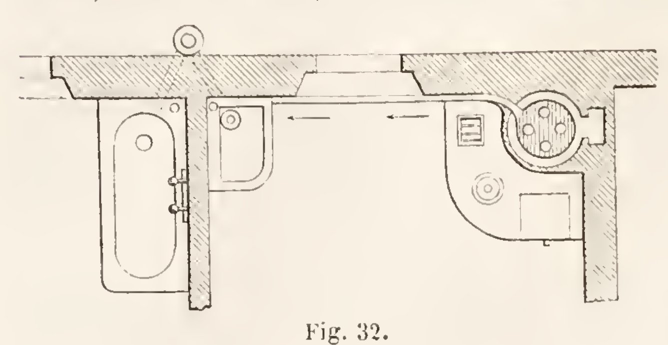


Fig. 32.

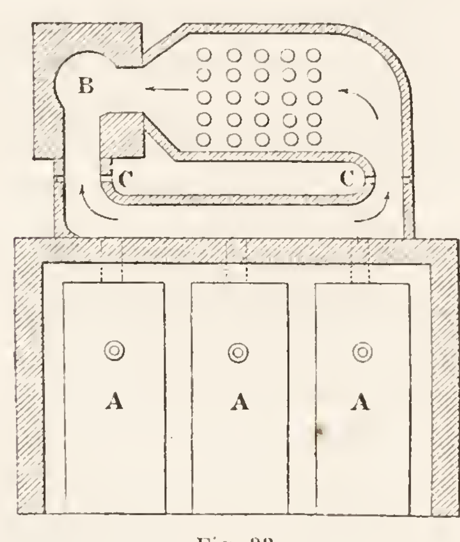


Fig. 33.

En général, en économie domestique, il faut des choses simples, peu coûteuses, faciles à faire, faciles à démonter et à nettoyer; je me suis donc arrêté à la disposition des figures 34, 35 et 36 dont le modèle en relief est dans les collections du Conservatoire des Arts et Métiers, galerie des appareils de chauffage. Je la crois appelée à rendre service dans une foule de cas, et je l'indique ici telle que je l'ai fait établir dans une de mes maisons à loyer. Elle consiste dans l'utilisation de la fumée, mais seulement après qu'elle a donné au fourneau tout ce qu'elle peut donner; cela, sans redouter l'incurie des domestiques, sans surveillance, sans flotteur et presque sans réparation et sans usure.

Voyons l'arrangement qu'il faut préférer : je suppose le cabinet de bain contigu à la cuisine et recevant une bouche de chaleur du fourneau même; il y a là avantage évident, moins de parcours de tuyaux et de dépense. Quand le cabinet de bain sera éloigné, on aura recours à la circulation en siphon sous le plancher, puisque le robinet de la baignoire sera placé plus bas que la prise sur le réservoir; on posera les tuyaux comme l'indique la figure 23.

Si la maison est bâtie, on pourra mettre le réservoir en avant du

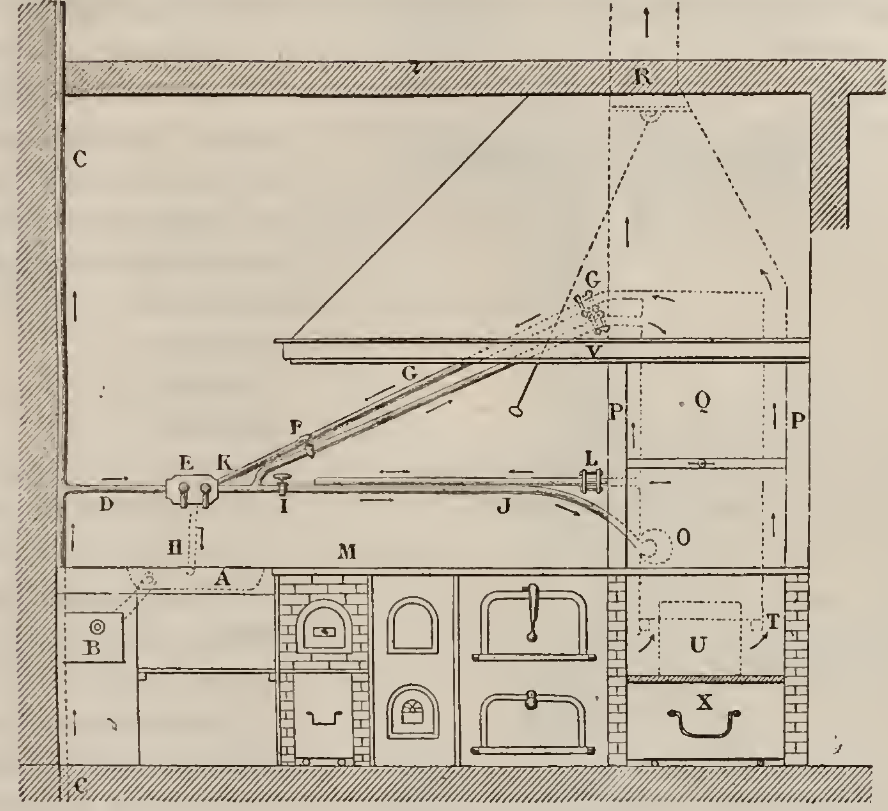


Fig. 34.

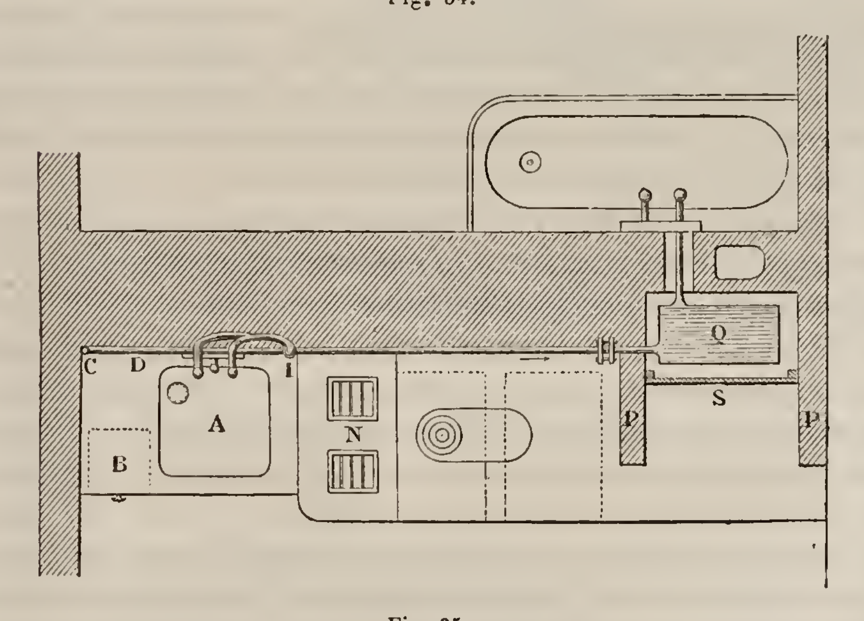


Fig. 35.

mur, mais alors l'âtre sera un peu étroit et exigera une rallonge

mobile; il sera préférable de profiter de l'épaisseur du mur pour en prendre 30 centimètres, afin d'y loger le réservoir comme l'indiquent les figures 35 et 36.

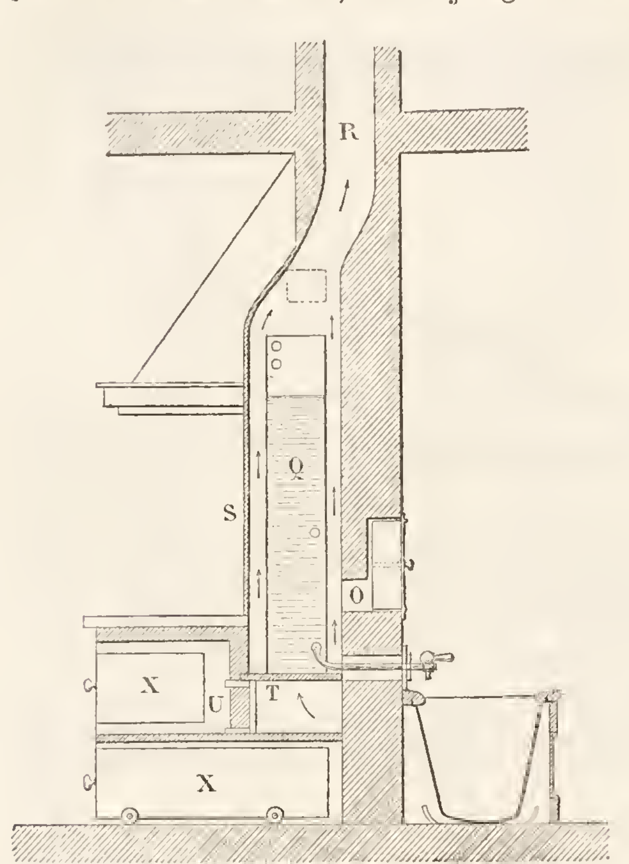


Fig. 36.

A. Pierre d'évier avec bonde siphoïde très-large pour débiter autant d'eau que les deux robinets ouverts ensemble pourraient en donner.

B. Cuvette à eaux ménagères.

C. Tuyaux d'eau froide pour alimenter tous les étages.

D. Branchement avec robinet d'eau froide E, pour la cuisine.

F. Robinet d'alimentation du réservoir qui, une fois rempli, donne issue à l'eau par le tuyau de retour G, allant déboucher sur la pierre d'évier en H, et donnant issue en même temps à la vapeur; ce débouché indique si le réservoir est rempli.

I. Robinet d'arrêt du tuyau J allant alimenter la baignoire : en cas de nettoyage à cette dernière, le robinet I permet l'usage de l'eau froide sans interruption pour la cuisine.

K. Robinet d'eau chaude pour l'évier; la prise en L, à une hauteur de $0^m,60$ dans le réservoir, oblige de remplir ce dernier, sans quoi l'évier ne serait pas alimenté, et en cas de négligence, il y a encore suffisamment d'eau dans le réservoir pour que la chaleur du foyer ne lui nuise pas.

M. Plaques en faïence émaillée, sur lesquelles posent les tuyaux.

N. Chauffage au charbon de bois ou au gaz. Il n'y a pas d'installation complète sans un ou plusieurs réchauds au gaz, en cas de non allumage du fourneau. Le gaz est, en effet, l'un des chauffages les

plus logiques, surtout quand on pourra en baisser le prix. Avec lui, il n'y a pas de combustible à emmagasiner et à remuer, pas de poussière, pas de cendres, pas de difficultés, ni de lenteur d'allumage ; la dépense cesse dès que le besoin de chaleur n'existe plus. Cette chaleur s'arrête, se reprend, s'augmente à volonté ; c'est le serviteur le plus obéissant que l'on puisse avoir sous la main.

O. Conduite d'air chaud allant s'ouvrir dans le cabinet contigu.

P. Cloison en briques de $0^m,11$.

Q. Réservoir d'eau chaude ayant environ :

En hauteur, $1^m,30$
En largeur, $0^m,65$
En épaisseur, $0^m,25$

et contenant par conséquent 200 litres environ. Il est baigné de toutes parts dans la fumée du fourneau qui vient le frapper en dessous, s'étale en nappe et va trouver son issue dans le tuyau R, que ferme une trappe mobile, une fois le foyer éteint. Le réservoir se trouve ainsi plongé dans un gaz mauvais conducteur et par devant isolé de l'âtre par une plaque de fonte S, portant elle-même sur deux fers cornières, où deux taquets la maintiennent.

T. 2 barres supportant le réservoir.

U. Gros tampon de $0^m,20$ sur $0^m,40$ doublé en briques et servant au ramonage. Par devant, se trouvent 2 tiroirs X pour les combustibles.

Le réservoir est percé de 4 tubulures à raccords ordinaires : l'une, en V, pour l'arrivée de l'eau ; la deuxième, en G, pour le trop-plein ; la troisième, en L, pour l'alimentation de la cuisine ; la quatrième, par derrière, pour l'alimentation de la baignoire. Le réservoir peut être en tôle ou en cuivre étamé avec entretoises pour empêcher l'écartement. A la partie supérieure, un trou d'homme sera ménagé pour le nettoyage, et un petit robinet en dessous pour la décharge. Le démontage se fera facilement en ôtant la plaque S, en dévissant les robinets de la baignoire et les raccords L, V, G. Les tuyaux seront tous en plomb de $0^m,027$, sauf les tubulures : ceux qui passeront dans le mur seront dans un manchon de fonte comme les tubulures : les vides garnis de terre à four. Au besoin, on installera en dessous un petit foyer, en cas de non allumage du fourneau : on réservera en haut un tampon de nettoyage. Enfin, on adaptera dans l'angle un tuyau de fumée en cas de réparation au réservoir, comme on le verra plus loin dans la figure 37.

Les avantages de cette disposition sont les suivants :

1° Le réservoir soumis à une faible pression a moins de chance de fuite : il est à l'abri du coup de feu du foyer, par conséquent moins sujet à des dilatations ou rétractions toujours à éviter; il est à l'abri de l'incurie des domestiques qui n'ont accès qu'aux robinets;

2° Le parcours des tuyaux est très-court et par conséquent peu dispendieux : tout est en vue, facile à inspecter et à réparer;

3° Il y a absence de flotteur ; il y a issue à la vapeur et trop-plein, par conséquent, moins de causes d'accident et d'entretien;

4° Il y a toujours au fond du réservoir une réserve d'eau ; les domestiques n'ont de l'eau qu'à une certaine hauteur, ils sont donc forcés d'alimenter le réservoir et cela par le simple tour du robinet F;

5° On obtient, jusqu'à la dernière goutte, de l'eau au maximum de chaleur, tandis qu'avec un flotteur le réservoir se remplit seul, mais 'eau vient plus froide au fur et à mesure qu'on en tire;

6° La dépense supplémentaire est peu de chose, l'ancien bouilleur du fourneau étant supprimé et la dépense de combustible nulle;

7° Si on prend soin de fermer le soir la trappe supérieure de la cheminée, le réservoir, dans la double enveloppe où il est plongé, peut conserver sa chaleur plusieurs jours.

Ce système peut également s'employer quand la cuisine sera placée sous le cabinet de bain. Il faudra alors appliquer le système de tuyaux et de réservoir américain (fig. 30), c'est-à-dire disposer l'arrivée et le départ des tuyaux dans la partie supérieure du réservoir : on supprimera le trop-plein, et pour augmenter et modifier le chauffage à son gré, on établira sous le réservoir un petit foyer de renfort destiné à être allumé seulement en cas de réparation au fourneau de cuisine, ou si l'on a besoin de bains plus fréquents.

Quelle est maintenant la température moyenne obtenue par la fumée seule ? Il est évident qu'elle sera moindre que celle des réservoirs à bouilleur en contact direct avec la flamme. Voici, au reste, le résultat de mes expériences faites depuis plusieurs années et répétées pendant plusieurs mois, à des époques différentes, dans une propriété de rapport où j'ai fait installer des bains à tous les étages. On comprendra, tout d'abord, que les résultats obtenus ont varié suivant la saison et la température des eaux de la Seine, suivant le combustible employé, le nombre de bains pris, l'heure et la durée de l'allumage du foyer, etc.

Prenant donc des moyennes pour tous ces éléments si changeants, lorsque la température de la cuisine variait de 12 à 20°, celle de l'eau froide, à l'arrivée, de 8 à 12°, le feu allumé 5 à 6 heures par jour seulement, en calculant le service de deux bains par jour et y compris l'eau nécessaire aux cuisines, l'eau du réservoir d'eau chaude a varié de 40 à 70°, suivant l'heure des observations, ce qui donne en moyenne une température de 55° obtenue sans dépense aucune.

Je ferai observer ici que cette chaleur ne coûte rien, puisqu'elle provient de la fumée seule, qu'elle suffit dans la plupart des cas, et qu'en moyenne elle dépasse, comme on voit, les 32 degrés nécessaires à l'eau d'un bain. Quant aux buanderies, qui demandent une température plus élevée, un petit foyer de renfort convenablement disposé donnera, à peu de frais, l'accroissement de chaleur voulue. A chacun de modifier ces principes suivant les lieux et les besoins. Ce que je tiens surtout à établir, c'est que les 55° que j'obtiens par la fumée seule sont entièrement gratuits et qu'à sa volonté, par un petit foyer supplémentaire, on peut élever la température au point nécessaire.

Il n'est pas inutile d'ajouter que dans les campagnes l'installation de ces fourneaux serait perfectionnée à peu de frais en remplaçant l'âtre au bois des grands foyers par un réservoir occupant toute la cavité du fond et placé à 0m,50 du sol, sur une hauteur de 1m,50 à 2 mètres suivant les besoins. On aurait ainsi, sans frais et sans travail, de grandes quantités d'eau chaude toujours nécessaire aux usages domestiques.

CHAUFFAGE DE BAINS PAR LA FUMÉE POUR HÔTELS PARTICULIERS.

On a remarqué que dans les installations à l'anglaise, le chauffage de l'eau a lieu par le moyen d'un bouilleur en cuivre, fonte ou tôle rivée, placé au contact du foyer : or, il est évident que ce mode d'impôt direct sur le combustible a plusieurs inconvénients. D'abord, il est coûteux, puisque, ce qu'on prend au foyer est une diminution réelle sur la quantité de chaleur appliquée à la cuisson des aliments ; 2° le charbon brûle moins bien dans une enveloppe refroidie au contact de l'eau ; 3° enfin, s'il y a manque d'eau dans le réservoir ou réparation quelque part, le fourneau est hors de service. Pour éviter ces incon-

vénients, je préfère de beaucoup le chauffage à la fumée dont les figures 37 et 38 indiquent une disposition que j'applique aux hôtels

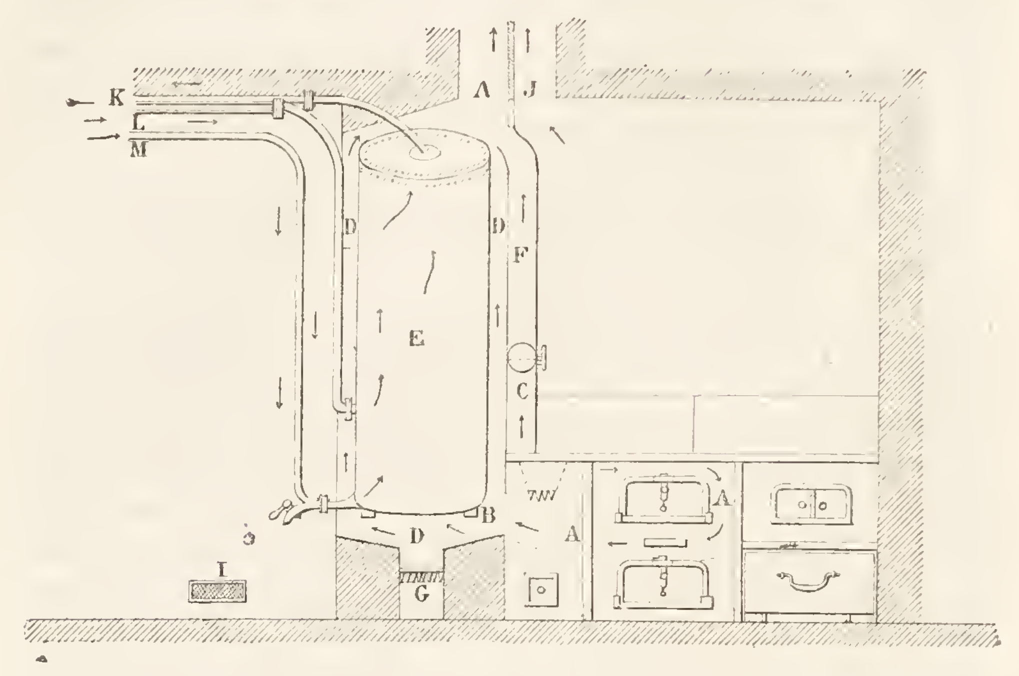


Fig. 37.

privés, tandis que celles des figures 34 à 36, conviennent aux maisons à loyer. Le fourneau ne diffère en rien des autres installations, mais le conduit de fumée A, au lieu de monter au plafond comme à l'ordinaire, se dirige en B où il trouve deux issues, l'une C, directe vers la cheminée proprement dite, l'autre D, sous le réservoir E qu'il enveloppe avant d'entrer dans la cheminée. Cette disposition utilise sur une vaste surface de chauffe toute la fumée qui, arrivée au plafond, se trouve au contact d'un tuyau jumeau J, ouvert au-dessus du fourneau et servant à la ventilation de la cuisine. Pas de hotte, elle est inutile; plus le feu a d'activité, plus la ventilation est énergique et le mal se corrige ici de lui-même. L'arrivée de l'air de remplacement doit avoir lieu loin du fourneau en I, pour ne pas incommoder le service, ou mieux, dessous et derrière le fourneau, pour ne pas faire un

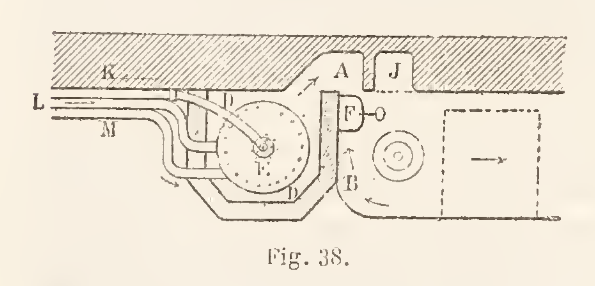


Fig. 38.

courant trop froid en hiver. Revenons au réservoir; nous avons vu que la fumée peut suivre deux trajets : par un tuyau F avec clef d'arrêt C; ce trajet est direct en cas de réparation au réservoir : le deuxième a lieu en D. On a là une chaleur entièrement gratuite et auparavant perdue sans profit pour personne. Le système de circulation de l'eau dans le réservoir est absolument le même que dans la figure 30. Seulement, il y a ici un perfectionnement qui rend le chauffage du bain indépendant de celui du fourneau, quand celui-ci n'est pas allumé. Sur la façade, se trouve un foyer de renfort G, placé sous le réservoir, avec grille et cendrier ordinaire, en sorte de rendre le service complétement distinct, si on le désire. Les plaques du foyer G devront fermer très-exactement : on tournera la clef C suivant la direction qu'on voudra donner à la fumée; des tampons de nettoyage sont placés aux lieux convenables; enfin, l'enveloppe du réservoir sera en corps mauvais conducteurs, laissant une distance libre de $0^{m},08$ ou $0^{m},10$ pour la fumée et le nettoyage de l'intérieur. Cette enveloppe pourra se composer d'un double cylindre en tôle fait en trois ou quatre parties remplies de terre à four, pour éviter toute perte de chaleur. Ces parties pourront être jointes avec des rainures cachées par des cercles qui maintiendront et attacheront l'enveloppe au mur. K est le tuyau ascendant sur lequel seront branchées les prises d'eau chaude; L le tuyau de circulation; M le tuyau d'alimentation d'eau froide entrant dans la partie la plus basse et munie d'un robinet de décharge pour tout le système. Dans la figure 37, l'enveloppe du réservoir n'est pas figurée à dessein, pour mieux en faire comprendre la disposition.

Lorsque dans une grande habitation où les feux de cuisine sont presque constamment allumés, on ne voudra pas employer la fumée au chauffage des bains, comme l'indiquent les figures précédentes, ou à la ventilation du bâtiment, comme il sera expliqué plus loin, il y a pour la chaleur perdue des fourneaux un emploi simple et facile qu'on pourra appliquer dans la plupart des cas. Il suffira pour cela de bifurquer le tuyau de fumée à sa sortie du fourneau pour diriger la fumée soit dans le tuyau ordinaire en été, soit, pour l'hiver, dans les tambours superposés d'un calorifère contigu. Lors des grands froids, une cloche de renfort placée sous les tambours donnera le supplément de chaleur nécessaire.

Je ne puis terminer ce chapitre sans prier le lecteur d'excuser des

détails inutiles en apparence et des explications presque puériles : mes conseils ne s'adressent ni aux ingénieurs ni aux constructeurs de profession, mais aux propriétaires et aux ouvriers chargés de mener à bien un travail qui exige du soin, et ces ouvriers sont malheureusement rares partout.

CHAPITRE V.

APPAREILS ÉCONOMIQUES PERFECTIONNÉS.

DES CITERNES.

Les lignes qui suivent ne sont pas écrites pour les heureux citadins que l'eau vient trouver dans leurs maisons à tous les étages, mais pour les habitants de bien des campagnes qui n'ont de ressources que dans les eaux du ciel. Nous allons esquisser ce que nous pensons être les meilleures dispositions pour l'emmagasinage, la clarification et la filtration de l'eau, quand on n'a pas sous la main un puits ou une source convenable. Nous ne faisons en cela que continuer notre programme : l'étude de l'eau chaude ou froide dans ses applications domestiques.

En principe, il faut chercher à imiter la nature et se demander ce qu'elle fait pour fournir des eaux de sources potables. L'eau pure n'existe pas à la surface du globe, on ne l'obtient ainsi que chimiquement. Le rôle de l'eau étant de servir de dissolvant, de véhicule, d'excipient, elle doit être neutre, inerte, c'est-à-dire qu'elle ne doit rien ajouter, rien ôter aux substances auxquelles on l'unit. Cette question, au point de vue de l'hygiène, est de la plus haute importance; en effet, l'expérience prouve que l'usage d'eau filtrée convenablement débarrasse les populations de certaines affections particulières comme on en voit en Russie ou en Suisse.

Les meilleures eaux sont toujours celles qui sortent de terre à une température moyenne de 10 à 12°, après s'être épurées sur des fonds

granitiques ou siliceux, sans entraîner avec elles des matières minérales ou calcaires en suspension. Lorsque nous n'aurons à notre disposition que l'eau de pluie, demandons-nous, 1° quelle est la surface des toits dont nous pouvons disposer; 2° combien de personnes ou d'animaux nous avons à satisfaire; 3° enfin, quelle est la quantité d'eau moyenne qui tombe au lieu où nous sommes. D'après les tables de l'Observatoire, il tombe à Paris sur un mètre carré de superficie:

En hiver.	Au printemps.	En été.	En automne.
$0^{m},0116$	$0^{m},0141$	$0^{m},0172$	$0^{m},0135$

soit en moyenne 56 à 60 centimètres d'eau par mètre carré. A Brest, il en tombe annuellement $0^{m},97$; à Nantes, $1^{m},051$. En tenant compte de l'évaporation et des pertes par d'autres causes, on peut compter à Paris sur une moyenne de $0^{m},50$. La compagnie générale des eaux calcule sur une consommation quotidienne de 20 litres par personne, 75 litres par cheval, 1 litre 50 par mètre carré de jardin.

Sur ces données chacun pourra déterminer les dimensions de sa citerne, sans oublier qu'il y a quelquefois 30 à 40 jours sans pluie et qu'il y a lieu de tenir compte en outre des bains, de l'arrosage et des besoins des voisins qui, quelquefois, ont recours à vous.

Une fois ces données obtenues, on construira sa citerne le plus haut et le plus près possible de la pompe d'aspiration. On sait que la citerne a un triple but: 1° emmagasiner l'eau, qui n'arrive qu'à des époques intermittentes, tandis que les besoins sont journaliers; 2° garder l'eau à la température moyenne du sol, soit 10 à 12°; 3° la mettre à l'abri de la lumière et du contact des vents qui tiennent toujours en suspension des germes organiques susceptibles de fermentation.

Si l'on a des serviteurs assez soigneux pour détourner les premières eaux des orages et ne laisser couler dans la citerne que les eaux des toits une fois lavés, on adoptera au bas des tuyaux une clef qui permettra de diriger l'eau à volonté, ou dans la citerne, ou au dehors, pendant l'hiver par exemple. Cette disposition évitera d'envoyer aux réservoirs toutes les immondices des toits, excréments d'oiseaux, feuilles mortes, poussières en suspension dans l'air, etc.... Le net-

toyage du filtre serait alors moins fréquent, et on éviterait la fermentation des matières organiques dans sa citerne, c'est-à-dire une des causes les plus graves d'altération de l'eau. A défaut de cela, un petit citerneau (fig. 39), garni de gros gravier, ayant 1m,50 de long sur 50 centimètres de large, recevant tous les détritus et facile à nettoyer, devra précéder la chute des eaux dans la citerne.

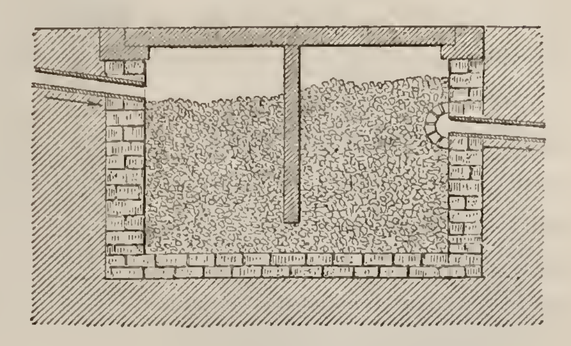


Fig. 39.

Lorsque la position des lieux le permettra, on mettra un premier réservoir en haut, à la sortie des chéneaux pour alimenter les cabinets et les étages supérieurs. Le trop-plein seulement coulera dans la citerne.

DES FILTRES.

La figure 40 montre la coupe du filtre qui m'a toujours réussi. Lorsqu'une pompe d'aspiration est placée dans une capacité limitée et que la filtration a lieu en même temps que l'aspiration, on s'expose à avoir une pompe très-dure, ou alors la filtration très-rapidement faite par des substances très-perméables, n'est jamais aussi complète. Je le répète, il faut chercher à imiter la nature, qui, en ces matières, travaille lentement. Comme substances filtrantes, il faut en général préférer les matières siliceuses et inertes aux matières végétales et animales, qui, bien qu'elles soient préparées et dégraissées, sont bien plus exposées aux fermentations produites par les dépôts du filtrage. C'est pourquoi, de préférence à la laine tontisse et aux éponges, on emploiera le sable, le grès pilé et le charbon. Comme la filtration aura lieu lentement et que l'on peut avoir à pomper deux à trois mètres cubes d'eau à la fois, il faut laisser dans la citerne une capacité libre pour l'eau filtrée: c'est naturellement dans cette capacité que plongera la pompe d'aspiration.

A, est un petit mur en briques bien lavées et jointoyées en ciment. A partir de B jusqu'en C, les briques de la partie inférieure sont grossièrement liées entre elles pour laisser passer l'eau. Ce petit mur

s'appuie contre des barres de fer scellées haut et bas pour supporter la pression de l'eau qui tend toujours du reste à s'égaliser des deux côtés. D, D, D, petits murs en briques écartées d'au moins 20 centimètres pour faciliter l'enlèvement et le nettoyage des matières filtrantes. Les deux briques du haut, E, sont jointoyées en ciment pour empêcher l'eau de glisser par la partie supérieure sans passer par les filtres. F, pierre calcaire filtrante de 2 à 3 centimètres, en un ou plusieurs morceaux soigneusement jointoyés ; chacune des cases sera remplie, la première de gravier fin lavé ou de grès pilé ; la deuxième de charbon de chêne pilé de la grosseur d'un pois ; la troi-

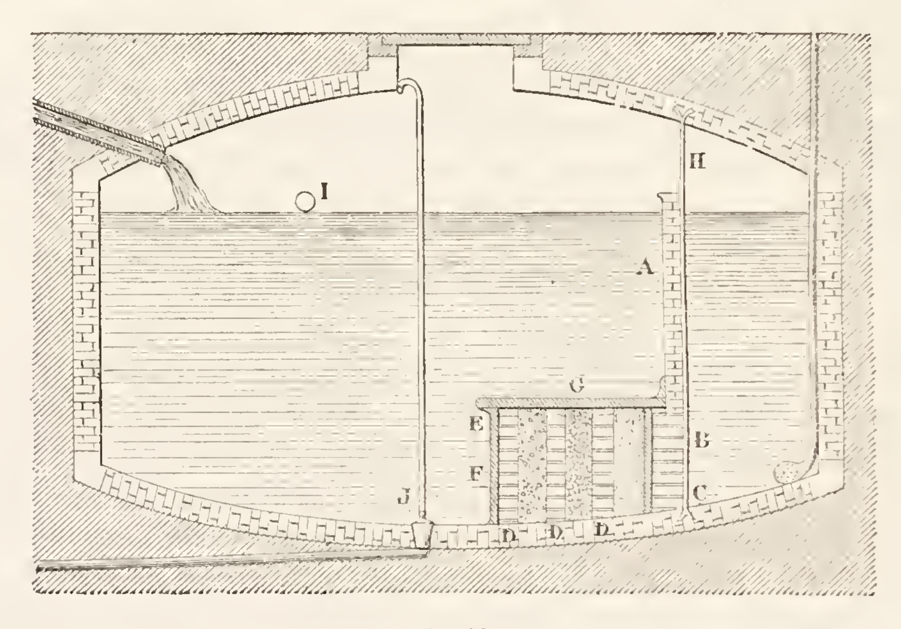


Fig. 40.

sième, de sable fin. Le trou sera recouvert par des dalles G, de 5 à 6 centimètres d'épaisseur, soigneusement jointoyées en ciment, avec solins tout autour pour éviter les filtrations autrement que par les cases filtrantes. H est un passage pour aller, au besoin, réparer le tuyau d'aspiration. I, trop-plein placé à 10 centimètres au-dessous du mur A. Quand le terrain le permettra, on aura une bonde de fond J, pour la vidange et le nettoyage annuel de la citerne. Ainsi disposé, le filtre pourra fonctionner deux ou trois ans, surtout s'il ne reçoit pas les premières eaux des toits.

En Angleterre, on adopte souvent un autre genre de filtre; on le dispose comme l'indique la figure 41. F est une boîte en tôle galva-

nisée ronde ou carrée de 0m,60 environ en largeur et hauteur. A, B, C, D sont quatre diaphragmes ou cadres en tôle galvanisée, s'emboîtant exactement aux parois de la caisse ; chaque case renferme ces matières filtrantes, éponges, charbon, sable, etc., et l'aspiration a lieu par G. Le filtre, qui fonctionne au fur et à mesure de l'aspiration, est suspendu à l'ouverture supérieure par deux crochets. Pour le nettoyer, on dévisse le raccord, on remonte la caisse pour enlever et remplacer les matières filtrantes, et on redescend le tout dans la citerne. Ici, il y aura à disposer au fond de la citerne un trou en cône, car les derniers 0m,50 d'eau ne pourraient être aspirés.

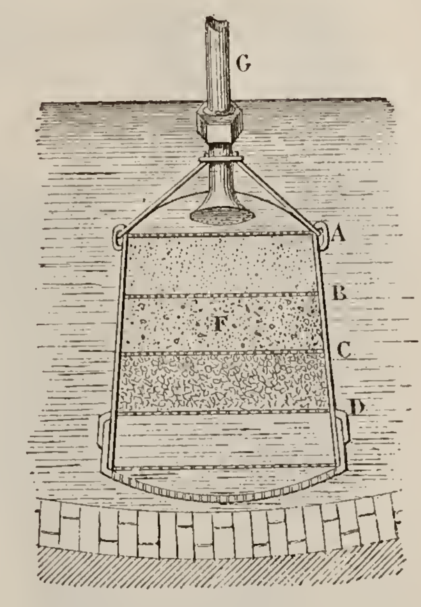
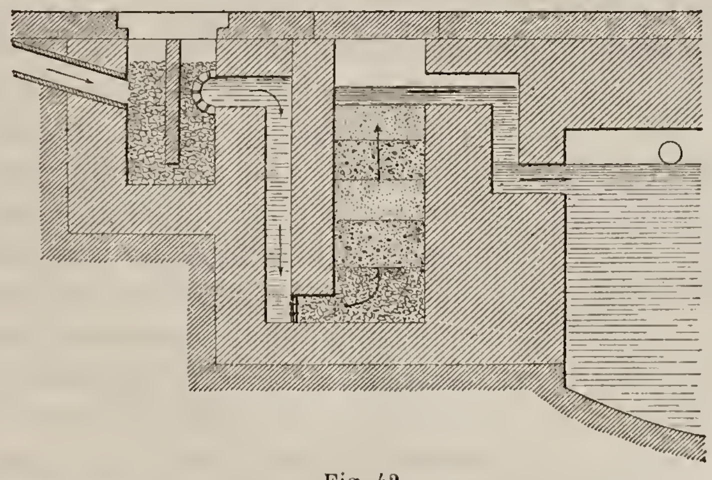


Fig. 41.

Il est quelques points du globe où l'eau de pluie est seule en usage pour les besoins domestiques, comme Malte et Venise. A Malte, où manquent les sources d'eau potable, le gouvernement anglais recommande le filtre (fig. 42) qui s'explique de lui-même. A Venise on y


Fig. 42.

construit depuis longtemps des citernes comme l'indique la figure 43 ; elles sont creusées dans le sol et garnies sur le pourtour et au fond d'argile bien battue ; au bas de la citerne se pose une pierre percée de

trous coniques sur laquelle on bâtit un puits ordinaire à parois imperméables et qui s'alimente par le dessous. A la surface du sol, on dispose un canal A, B, fait en briques et rempli de gros gravier et de charbon concassé. Dans ce canal viennent aboutir les eaux pluviales, qui y déposent leur détritus et vont lentement se filtrer jusqu'au fond de la citerne, d'où on les tire par l'orifice supérieur du puits. Les canaux A, B, étant faciles d'accès, on peut renouveler et laver souvent les matières siliceuses qu'ils renferment.

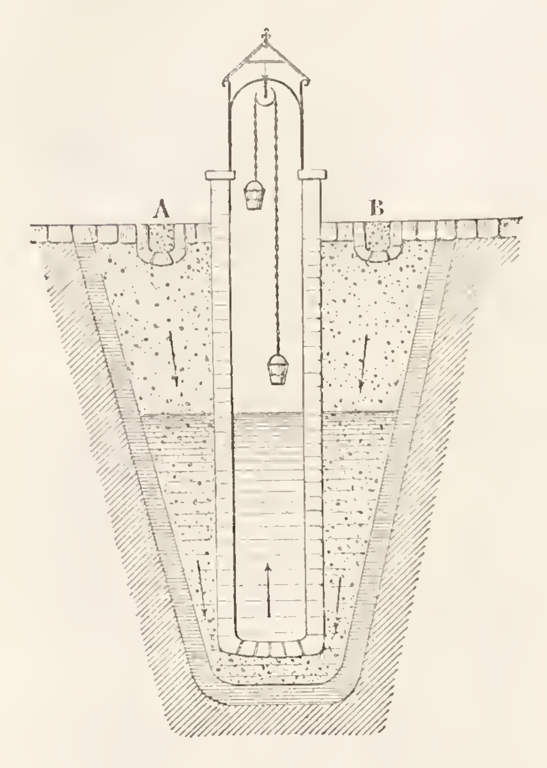
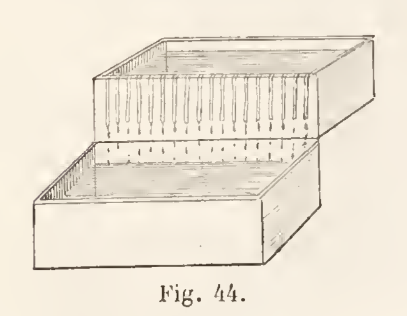


Fig. 43.

Les deux dispositions ci-dessus exigent un réservoir séparé emmagasinant les eaux qui arrivent subitement en cas d'orage et doivent, à l'exemple des eaux naturelles, n'opérer leur clarification que très-lentement.

Lorsqu'on n'aura qu'une petite quantité d'eau à filtrer, on pourra employer le moyen adopté par les pisciculteurs (fig. 44), qui utilisent la capillarité pour procurer à leurs jeunes saumons une eau parfaitement claire; ils disposent deux vases l'un sur l'autre et font plonger dans le vase supérieur des filaments de coton en y maintenant, par un moyen quelconque, un niveau constant; on obtient ainsi une clarification parfaite.


Fig. 44.

Les figures 45 et 46 indiquent en plan et en coupe la disposition d'un filtre qui peut rendre des services dans les campagnes, lorsqu'on dispose d'une source ou d'un cours d'eau constant qu'on veut clarifier. A et B sont deux compartiments servant alternativement à recevoir la source qu'on dirige à volonté à droite ou à gauche. C est

un trop-plein. D un filtre *per ascensum*, posé sur une plaque de fonte percée à jour qui reçoit un premier lit de gravier, sur lequel on étend une couche de sable fin. Les matières solides arrêtées par le mur E se déposent dans le fond du réservoir A ou B et l'un des filtres est en service pendant le nettoyage de l'autre. Au bas et à la sortie, on peut adapter une bonde F servant à la vidange des réservoirs.

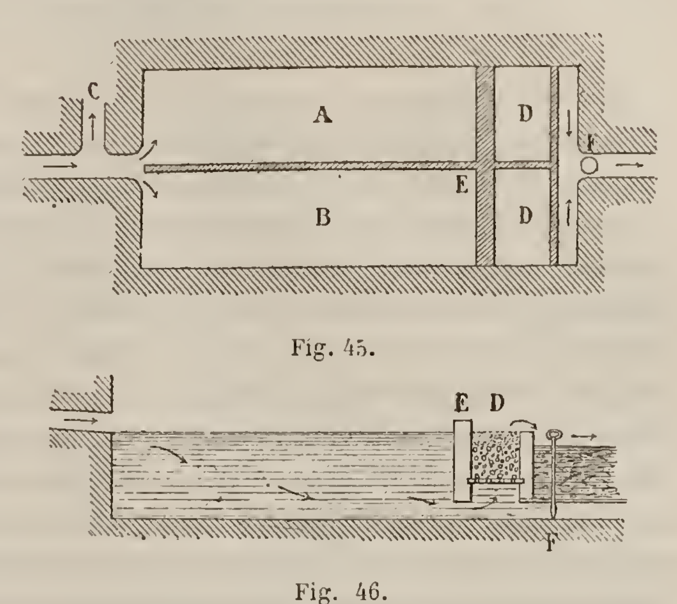


Fig. 45.

Fig. 46.

Il arrive souvent que le sol où l'on doit puiser les eaux souterraines est composé de sable très-fin qui engorge immédiatement les pompes et

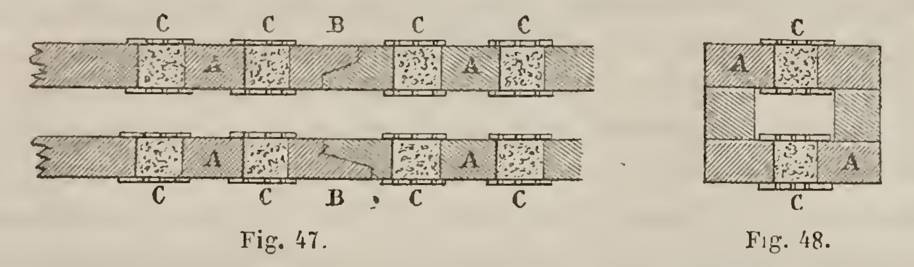


Fig. 47.

Fig. 48.

les réservoirs. Dans ce cas, voici la disposition qu'il conviendra d'adopter, figures 47 et 48 : A est un tuyau carré, formé de deux madriers de $0^m,08$ d'épaisseur et fortement goudronnés. Les joints B du tuyau sont faits en pente et garnis d'étoupe fortement serrée. C sont des trous de $0^m,07$ à $0^m,08$ remplis à l'intérieur d'éponges préalablement purifiées et bien serrées. Ces éponges sont maintenues par deux plaques de tôle galvanisées, pistonnées en dedans et en dehors et percées de petits trous. On multiplie les tuyaux suivant la quantité d'eau à recueillir et on les dirige vers un réservoir étanche où plonge l'aspiration de la pompe. Ce réservoir sera nécessairement en harmonie avec les besoins qu'on aura à satisfaire.

DES SOURCES ARTIFICIELLES.

Bernard Palissy est le premier qui ait donné au seizième siècle une description complète des moyens à employer pour obtenir des sources artificielles. Son chapitre sur les « Eaux et Fontaines » est un chef-d'œuvre d'observation et d'instinct scientifique dans un siècle où les connaissances en hydraulique étaient encore si obscures. On ne saurait trop s'inspirer des conseils si clairs, si simples et si pratiques qu'on trouvera dans son ouvrage. Nous allons les résumer et les rappeler en quelques mots, car il est une foule de circonstances dans lesquelles une source artificielle peut rendre de grands services. Combien de nos villages en France sont encore obligés d'aller chercher de l'eau au loin pendant plusieurs semaines de l'été!

Tout le monde sait que les sources naturelles proviennent de l'écoulement des eaux de pluie qui filtrent à travers les terres jusqu'aux couches imperméables, glaises, roches, etc., qui les arrêtent et les dirigent en sens divers suivant les pentes du sol. Le débit de la source varie naturellement suivant les saisons, l'étendue et la nature des couches qu'elles parcourent. On sait également que les eaux souterraines s'imprègnent quelquefois très-abondamment des matières qu'elles rencontrent sur leur passage et qui les rendent tantôt sulfureuses, alcalines ou ferrugineuses; enfin, ces eaux ont une température qui varie suivant la profondeur du sol d'où elles proviennent.

Étant donnée la quantité d'eau moyenne qui tombe annuellement à Paris, par exemple, soit une couche de $0^{m},75$ de hauteur par mètre superficiel, rien de plus facile que de disposer une source plus ou moins abondante suivant ses besoins, en tenant compte des pertes par évaporation ou autrement. On peut compter sur $0^{m},50$ par mètre d'eau utilisée au moins. La dépense dépendra du prix de la main-d'œuvre et des matériaux dans le lieu où l'on est. Il ne faudra pas oublier, surtout au point de vue hygiénique, que la nature du sol perméable influera beaucoup sur la qualité des eaux à recueillir. Il faudra, si on le peut, choisir des terrains de remblai, argilo-siliceux, et éviter les détritus végétaux ou minéraux qui, bien que décomposés lentement, modifieront toujours, d'une manière fâcheuse, la pureté de la source. Si l'on peut disposer d'un sol en contre-bas des terrains voi-

sins, on dirigera les fossés de ces terrains vers les terres filtrantes, et on augmentera ainsi, à peu de frais, les résultats. Le travail à faire ressemblera en tout point au défoncement ordinaire du sol pour le jardin potager, sauf le fond qu'il faudra rendre imperméable par les moyens les moins coûteux, c'est-à-dire, une couche de béton, brique, pavage, terre glaise battue, etc., suivant les matériaux qu'on aura sous la main. On commencera le défoncement à un mètre de profondeur en observant une pente suffisante vers le réservoir et on établira le fond en forme de cuvette. Ce réservoir étanche pourra être à écoulement constant avec robinet d'arrêt, si le terrain est en pente. Si le sol est horizontal, il faudra établir une pente convenable et un accès fermé pour permettre de nettoyer le fond et les faces du réservoir. Sur le sol filtrant, on plantera des arbres fruitiers ou forestiers qui y végéteront admirablement à cause du défoncement profond et qui auront en outre l'avantage d'empêcher l'évaporation. Il est chez nous une foule de villages privés d'eau pendant l'été qui pourraient, par des prestations en nature, se donner, à très-peu de frais, le luxe d'une source saine et abondante. C'est ici plus que jamais le cas de dire : « Aide-toi, le ciel t'aidera. »

DES RÉSERVOIRS.

Si l'on adopte les réservoirs en béton aggloméré ou en brique avec enduit en ciment, on aura soin de les laver plusieurs fois, avant d'y introduire les eaux, afin d'éviter les effets de la chaux des enduits. En général, les réservoirs de pierre sont les meilleurs. Après eux, vient la tôle rivée, peinte au minium de fer ou galvanisée, puis le zinc. Inutile d'ajouter que tout réservoir devra être soigneusement couvert pour le mettre à l'abri des poussières de toutes sortes en suspension dans l'atmosphère et surtout de la lumière qui développe à la surface de l'eau les végétations et les fermentations les plus fâcheuses pour la santé. En aucun cas, il ne faudra employer des caisses garnies de plomb. Ce métal, exposé alternativement à l'air et à l'eau, donne lieu à des formations d'oxyde d'autant plus dangereuses que leur introduction dans l'économie est lente et imperceptible. Le plomb ne peut s'employer que pour des tuyaux constamment pleins, et encore sera-t-il toujours prudent de laisser écouler les premières eaux quand elles auront séjourné quelque temps.

On a beaucoup agité la question de savoir si les tuyaux de plomb étaient à proscrire complétement de nos maisons, et l'on a cité l'exemple de l'Angleterre et de la Belgique, où presque toutes les canalisations d'eau et de gaz se font en fer étiré. Mais cela tient à des questions d'économie et non d'hygiène. Sans aucun doute, l'emploi du plomb pour tuyaux, comme celui du cuivre pour la cuisson des aliments, peut offrir des dangers quand on ne prend pas les précautions voulues, et, de même qu'on recommande l'étamage fréquent des ustensiles de cuisine, de même les tuyaux de plomb doublés d'étain sont, en théorie, bien préférables aux tuyaux anciens; mais les médecins qui nous disent que l'eau attaque le plomb oublient d'ajouter : 1° que ce phénomène varie beaucoup suivant la composition des eaux qu'on emploie; 2° qu'il se forme à l'intérieur des tuyaux une croûte métallique particulière qui rend le métal inoffensif, quand les tuyaux sont constamment en charge, c'est-à-dire, non exposés alternativement à l'air et à l'eau; 3° qu'enfin, il nous manque des analyses exactes et précises de la composition de l'eau avant et après avoir circulé dans des tuyaux constamment remplis.

En somme, pour lever tous les doutes, voici les substances à préférer pour le transport des eaux, suivant leur valeur hygiénique : le verre, le grès vernissé, la terre cuite, le fer, le plomb doublé d'étain.

DES GLACIÈRES.

Complétons l'emploi de l'eau sous toutes ses formes pour les usages domestiques, en décrivant une petite glacière dite américaine.

Le problème qu'on a à résoudre dans la construction d'une glacière est des plus simples : étant donnée une masse solide, à 0°, il faut l'isoler le plus promptement possible de l'atmosphère, il faut éviter le contact du sol, qui est à 10 ou 12°, et surtout l'humidité de ce sol; enfin il faut adopter la forme ronde qui offre le moins de surface à la conductibilité.

A la campagne, la glace, en été, offre sans doute de grandes ressources culinaires, mais, pour moi, c'est le moindre de ses avantages. En thérapeutique, elle est très-souvent un moyen de traitement des plus énergiques, elle sert à rafraîchir l'atmosphère des pièces habi-

tées, etc., etc. Il n'est donc pas un propriétaire éclairé qui ne doive remplir sa glacière en hiver, aussi bien que son fruitier à l'automne.

Aux États-Unis, le moindre fermier a sa glacière (fig. 49). Si le sol

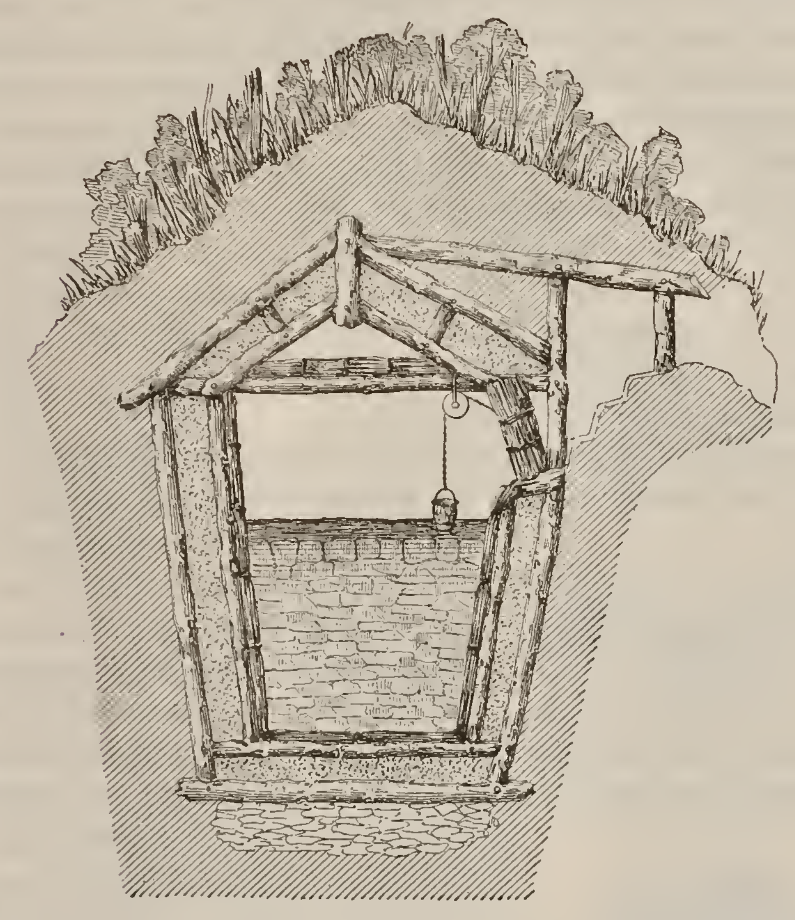


Fig. 49.

est humide, on l'élève sur un double fond avec de doubles murs, de doubles portes et de doubles toits, en mettant à profit le peu de conductibilité de l'air et des substances végétales. Les doubles murs, élevés à 0m,30 ou 0m,40 de distance, sont séparés par une couche bien foulée de tan, de charbon pilé, de roseaux ou de sciure de bois. Tout l'intérieur est tapissé de planches garnies de paillassons et chaque couche de glace au fur et à mesure qu'on l'étend est arrosée d'eau qu'on laisse se congeler la nuit et qui ne forme du tout qu'un seul bloc, isolé de tous côtés par trois ou quatre couches de corps non conducteurs.

Si l'on a affaire à un sol ordinaire, on creuse un trou rond de trois

à quatre mètres en largeur et hauteur, en rejetant la terre tout autour. Au fond du trou on étend un lit de fascines ou de cailloux de 0m,30 à 0m,40 d'épaisseur pour le drainage. Au-dessus, un rang de madriers, et tout autour une double cloison faite en planches et séparée par un intervalle de 0m,30 à 0m,40, rempli de sciure de bois, de foin, de paille hachée, ou de tan, le tout recouvert d'un double toit fait comme la cloison. Sur ce toit on rejette les terres du trou et on y plante quelques arbustes. L'accès a lieu par un escalier placé au nord, et une double porte avec couloir; on n'entre dans ce couloir que le matin et le soir, chacun ayant chez soi son « refrigerator. » On n'ouvre la deuxième porte qu'après avoir fermé la première. La glace, bien serrée en hiver, est garnie de sciure de bois bien foulée dans les interstices; elle est recouverte d'une épaisse couche de paille et elle se garde facilement ainsi tout l'été.

Quand on voudra un peu plus de luxe et une construction qui ait plus de solidité et de durée que le bois, il vaudra mieux bâtir la glacière en briques ou en moellons avec enduit imperméable en ciment sur lequel on clouera des planches brutes, et sur ces planches des paillassons épais retenus par des lattes; au bas, une grille pour l'écoulement de la glace fondue allant se perdre, soit dans le sol, s'il est perméable, soit au loin par un tuyau séparé, mais sans accès à l'air extérieur au moyen d'un coude (fig. 50).

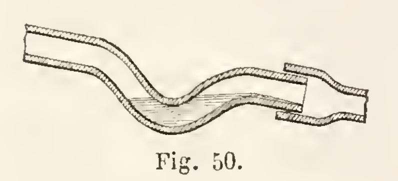


Fig. 50.

J'ai dit que le « refrigerator » (fig. 51) était le complément obligé d'une glacière; en effet, chaque ménage doit avoir le sien. Il est composé de deux boîtes A et B séparées l'une de l'autre par un intervalle de 0m,08 à 0m,10 rempli de charbon pilé; l'ouverture doit se faire par le haut, parce que l'air froid du fond est plus lourd que l'air ambiant, et qu'il ne tend pas à se déplacer dans la boîte comme il le ferait si l'ouverture était latérale. Les joints du couvercle sont garnis de flanelle pour être plus parfaits; l'intérieur de la boîte est doublé de zinc avec tablettes mobiles, et un robinet placé au bas laisse écouler la glace fondue.

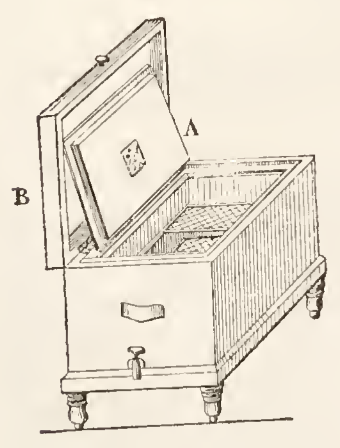


Fig. 51.

DES MARMITES NORWÉGIENNES.

Nous venons de voir l'application de la mauvaise conductibilité des corps à la conservation de la glace. Le même principe s'applique à la conservation de la chaleur pour cuire les aliments. Déjà, en 1745, Pigage, architecte du roi de Pologne, avait présenté à l'Académie des sciences une marmite économique destinée à cuire les aliments par combustion lente, comme l'indiquent les figures 52 et 53. Dans un

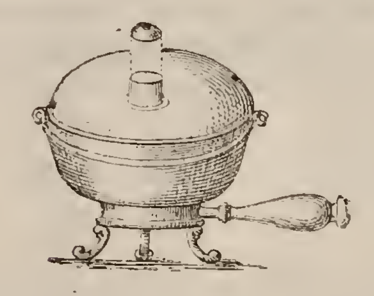


Fig. 52.

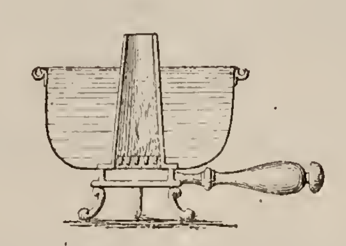


Fig. 53.

vase contenant le pot-au-feu classique, se trouvait un tube conique rempli de charbon de bois et surmonté d'un bouchon plus ou moins ouvert, suivant qu'on voulait activer ou ralentir la combustion. La cuisson s'opérait lentement et économiquement. Un progrès sur cet appareil fut l'introduction de la marmite dite norwégienne (fig. 54), qui se compose d'une boîte isolante en bois renfermant une cavité garnie à l'intérieur de sciure de bois ou de déchets de laine. Dans cette cavité se place une marmite bien close, et pardessus un tampon fortement rembourré sur lequel vient s'appliquer un couvercle ajusté avec soin.

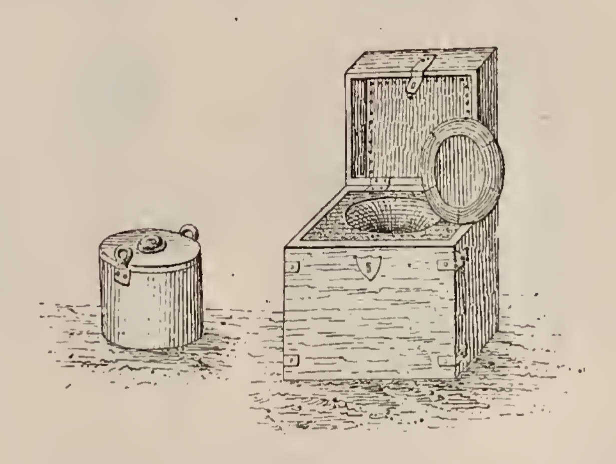


Fig. 54.

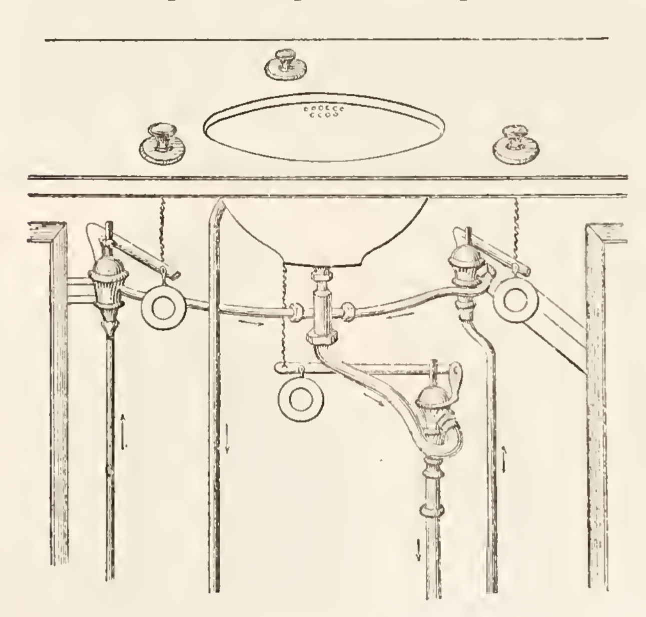
Voilà tout l'appareil : comment fonctionne-t-il ?

Une fois que le pot-au-feu, bœuf, sel, eau et légumes, est arrivé à l'ébullition, on entretient le feu et l'on écume pendant 25 à 30 mi-

nutes, puis on ferme et l'on place la marmite dans la boîte. La chaleur s'y entretient de longues heures, et la cuisson se continue sans surveillance et sans dépense, en conservant aux aliments leur parfum et leur saveur, puisqu'il n'y a point d'évaporation. La cuisson, pour être lente, n'en est que meilleure; elle peut avoir lieu à une température bien inférieure à 100 degrés, et comme le refroidissement est très-lent, grâce aux substances isolantes qui entourent la marmite, on conserve ainsi des aliments, bouillon, viande ou légumes, pendant de longues heures sans avoir à s'en occuper. On comprend facilement que dans une foule de professions, ouvriers des champs, voyageurs, cantonniers, mineurs, etc., la marmite norwégienne peut rendre de grands services.

DES LAVABOS.

Pour terminer ce qui a rapport à l'usage de l'eau, nous donnons plus loin le dessin des lavabos américains, que nous considérons comme les plus simples et les plus commodes. Les lavabos anglais sont disposés d'une autre manière (fig. 55); l'eau froide et chaude et le départ, tout se fait au-dessous par le même orifice; cela a plusieurs inconvénients. Si l'on veut de l'eau pour la toilette des dents ou d'autres parties du corps, on ne peut remplir un verre ou un vase quelconque; c'est ce qui a lieu dans la plupart des lavabos français, où l'arrivée est placée sur le marbre même; en outre le savon et les dépôts de toute sorte s'attachent souvent à la cuvette et remontent repoussés par l'eau venant de dessous. On a, pour éviter cet inconvé-



Fgi. 55

nient, imaginé l'emploi des cuvettes avec bordure à jour; l'eau sort de toute la circonférence : mais, en ces matières, plus les choses sont simples, mieux elles valent sous le rapport du prix, du nettoyage, et de l'entretien.

L'un des grands avantages des lavabos américains est dans le départ des eaux savonneuses, si dangereuses quand elles séjournent dans les cabinets de toilette et les chambres à coucher pour lesquelles elles sont une cause sérieuse d'insalubrité, surtout en été. Tout ce qui contribue à nous affranchir du service d'autrui, soit pour l'arrivée ou le départ des eaux, soit pour cacher le côté le moins poétique de notre nature, est un véritable progrès; c'est pourquoi je recommande la disposition suivante (fig. 56) :

La cuvette portera sur un bâti taillé à la demande (fig. 57). Si on a une cuvette plate, pour avoir un meilleur joint, le bord en sera posé

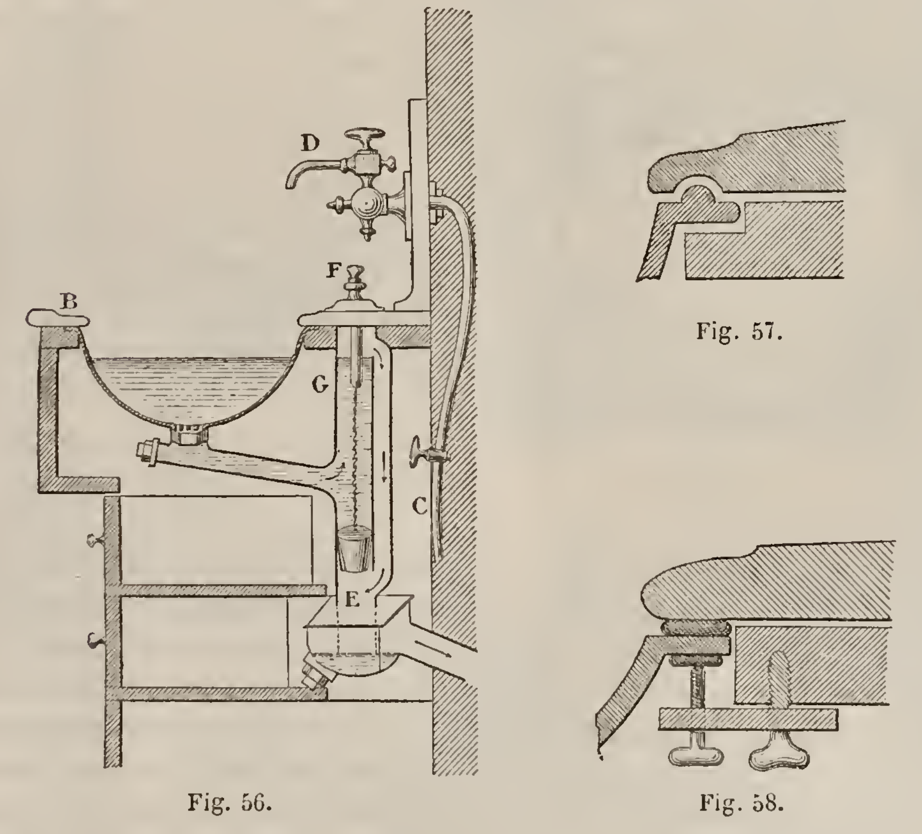


Fig. 56. Fig. 57. Fig. 58.

sur des platines mobiles (fig. 58), et l'intervalle entre la porcelaine et le marbre sera rempli par un joint en caoutchouc ou en plâtre de marbrier mêlé au blanc de céruse pour empêcher l'huile de lin de pénétrer et de jaunir le marbre.

B (fig. 56) est une plaque de marbre blanc taillé en pente vers le centre; D, un robinet à genouillère avec son robinet d'arrêt C; E est un bouchon conique, remonté par une chaîne et un bouchon en encoche F; descendu, il force l'eau dans la cuvette à remonter jusqu'au niveau du trop-plein G, où l'eau se déverse en siphon et en arrière, par un double tuyau ouvert en E pour retomber dans la boîte-siphon.

Les figures 59 et 60 indiquent des dispositions diverses, mais tou-

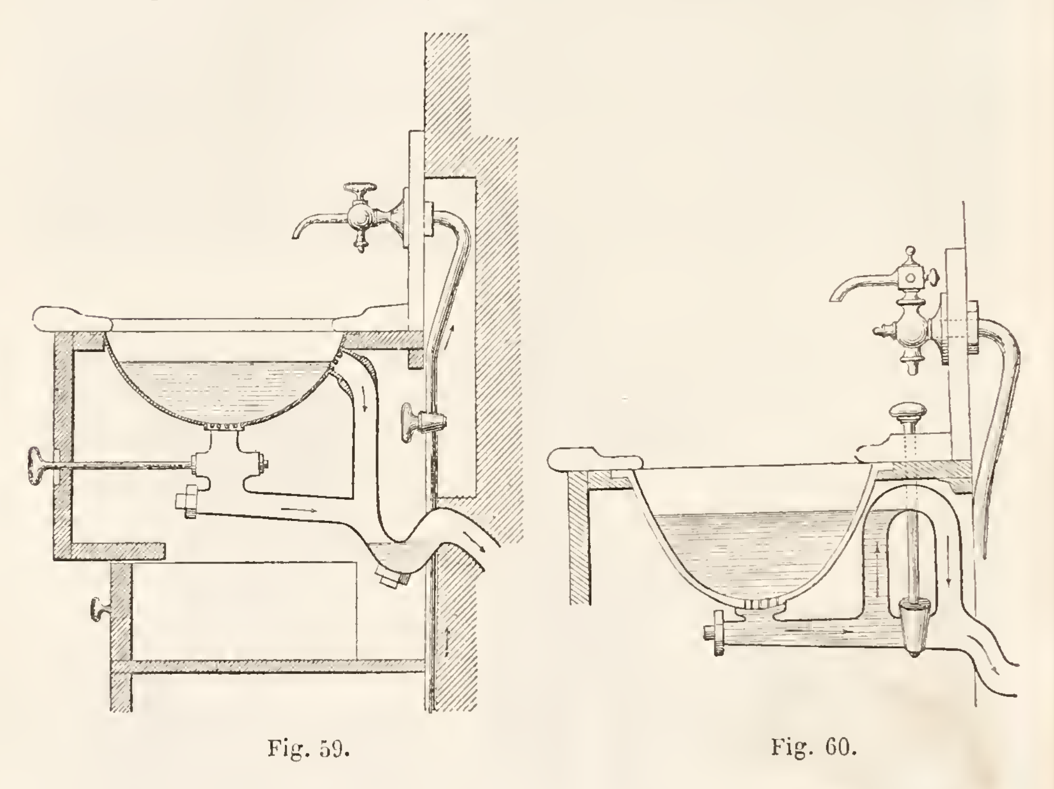


Fig. 59. Fig. 60.

jours avec trop-plein, siphon, et tampon de dégorgement. Nous ne saurions trop recommander ces précautions même pour les baignoires; faute de ce soin, faute aussi de préserver les tuyaux de la gelée, bien des propriétaires ont maudit et les eaux et les architectes, tandis qu'ils ne devaient s'en prendre qu'à leur incurie et leur ignorance; ils ne devront jamais oublier que rien n'est plus dangereux que les émanations provenant des eaux savonneuses.

Dans la figure 61 il y a deux cuvettes fixes : celle du haut A est séparée du marbre par un vide de $0^{m},02$ qui sert de trop-plein allant se déverser dans la cuvette inférieure B en zinc munie d'un tuyau de décharge qui aboutit au siphon. L'alimentation a lieu par un robinet

ordinaire, et la vidange s'opère en faisant faire un demi-tour à la tige C.

Il y a deux manières d'établir un lavabo : 1° Quand on est chez soi et qu'on le fixe à demeure, on commence à visser à 0m,77 du sol, sur équerre solidement scellée dans le mur, la table D qui supporte le marbre (fig. 61) et qui aura 0m,05 de moins en largeur pour qu'on puisse y appliquer le meuble du dessous E. Ce dernier sera mobile pour faciliter les réparations et sera maintenu par quelques crochets. Dans la table D, on aura enchâssé dans une feuillure la cuvette B, qui aura trois ou quatre petits supports à 0m,01 d'écartement pour recevoir la cuvette A. Le reste de l'installation se comprend par l'inspection de la figure. 2° Le deuxième mode d'installation du lavabo, quand on n'a pas sous la main d'ouvriers spéciaux, consiste à préparer uniquement l'arrivée des deux tuyaux d'eau chaude et froide et d'un tuyau de décharge. En achetant le meuble tout prêt et fait à l'avance suivant l'emplacement dont on dispose, on n'aura qu'à raccorder les trois tuyaux ci-dessus et le tout ne fera qu'un meuble mobile facile à inspecter et à déplacer.

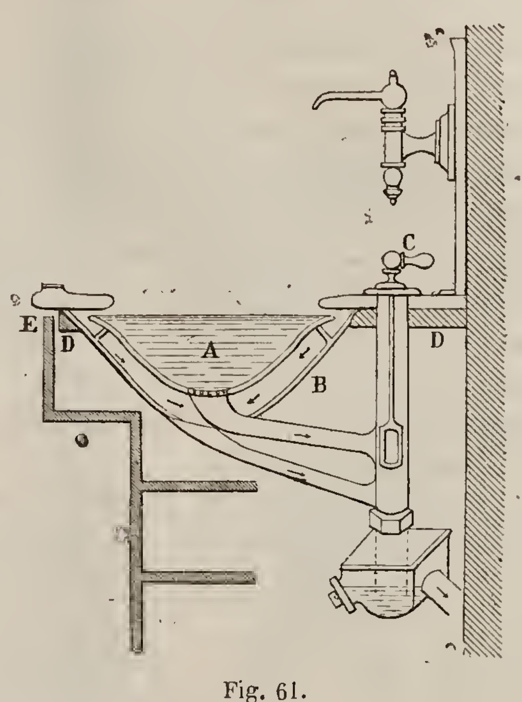
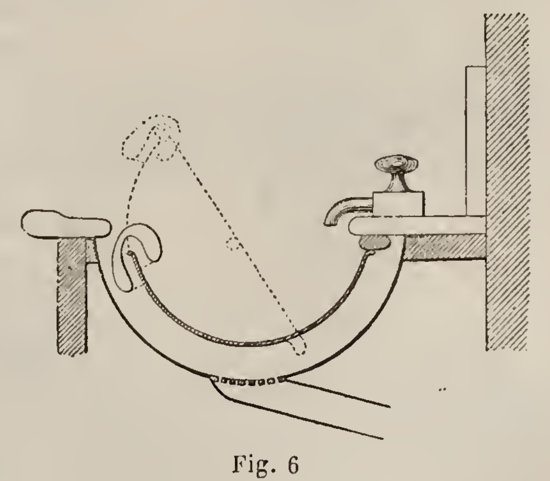


Fig. 61.

La figure 62 indique la cuvette anglaise mobile sur pivot venant se butter contre un tampon de caoutchouc placé sous le robinet et versant ses eaux dans une cuvette fixe inférieure en zinc : cette disposition est surtout commode pour les pensionnats, où la rapi-


Fig. 6

dité du service est indispensable et où on peut remplir au même moment et par le même tuyau toute une rangée de lavabos. Dans ce cas, l'installation la plus simple est la suivante, que tout chef de pension devrait adopter, soit à l'entrée des classes, soit dans les dortoirs : On place à hauteur convenable, le long du mur, des plaques de marbre commun percées à l'avance et supportées par des équerres. Pour plus d'économie, on pourra employer des planches garnies de zinc. Chaque cuvette posée sur le marbre sera percée à sa partie inférieure et recevra l'eau par un branchement soudé à un tuyau d'arrivée unique de 0m,05 longeant le mur. Par-dessous, la décharge communiquera par un branchement de départ à un tuyau collecteur général, qui sera ouvert ou fermé, comme le tuyau d'arrivée, par une clef carrée hors de la portée des élèves. De cette manière, le service se fera rapidement, économiquement, et pourra s'appliquer à quinze ou vingt élèves à la fois, suivant les besoins.

Quand on voudra éviter les cuvettes fixes, on adoptera l'arrangement de la figure 63. La cuvette supérieure mobile repose sur trois demi-sphères en caoutchouc. Elle se vide dans le vase inférieur muni d'un siphon et fait de préférence en fonte émaillée ; le service des eaux a lieu par les boutons A, B, qui ferment les robinets par un contre-poids, le tout caché sous la tablette.

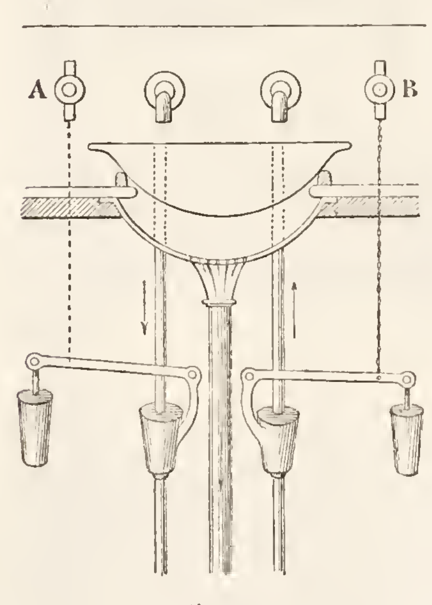


Fig. 63.

Enfin, quand on manquera de place pour sa baignoire, on pourra la loger sous le lavabo (fig. 64), en montant ce lavabo mobile sur des galets. Un tube en caoutchouc A reliera le siphon du lavabo avec celui de la baignoire fixe, qui n'a besoin que de 0m,60 de hauteur, tandis que le lavabo en comporte 0m,80 ; ces 0m,20 donneront toute la place nécessaire à la cuvette et aux tiroirs qui l'accompagnent.

Je ne terminerai pas ce qui a rapport à l'eau sans recommander dans les étages supérieurs d'une maison l'installation d'un poste d'eau ou cuvette inodore (fig. 65), avec robinet et départ à siphon. Ces bornes-

fontaines sont plus nécessaires que dans les cours, et jamais les cuvettes à vidange ne devraient être posées sans un robinet de service

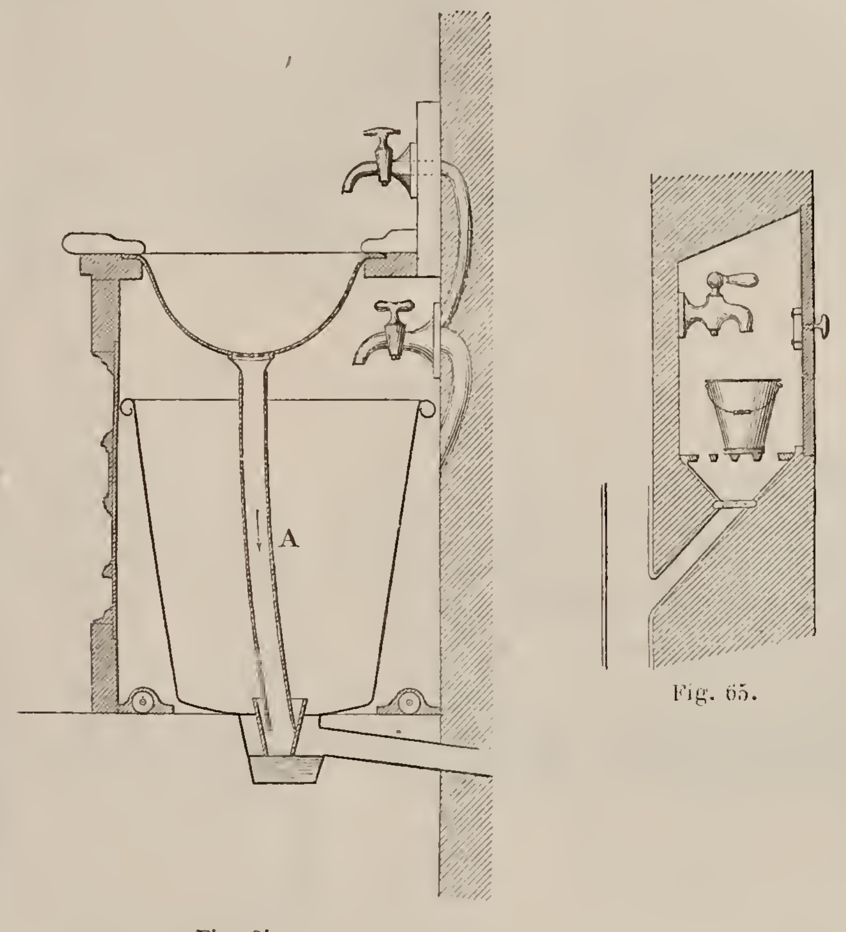


Fig. 64.

Fig. 65.

placé au-dessus, et entraînant tous les détritus d'eaux ménagères qui dans nos courettes sont des causes permanentes d'insalubrité.

DES CABINETS DE TOILETTE.

Résumons maintenant en peu de mots ce que doit être, dans une habitation bien comprise, un cabinet de toilette, cette dépendance si utile et si négligée dans nos maisons vulgaires, où tout est sacrifié au besoin de paraître et au faux luxe extérieur.

Avant tout, il faut qu'un cabinet soit bien éclairé, bien chauffé, bien aéré, et qu'il ait comme dépendance contiguë un water-closet, auquel

on aura accès du dedans et du dehors. Il faut, comme chez les Latins, que la vie de la femme soit murée, c'est-à-dire, qu'on trouve dans la chambre à coucher et dans la pièce contiguë tout ce qui peut être nécessaire, sans l'intervention d'un domestique. Prenons au hasard deux pièces (fig. 66). Dans la chambre principale, on devra trouver la place

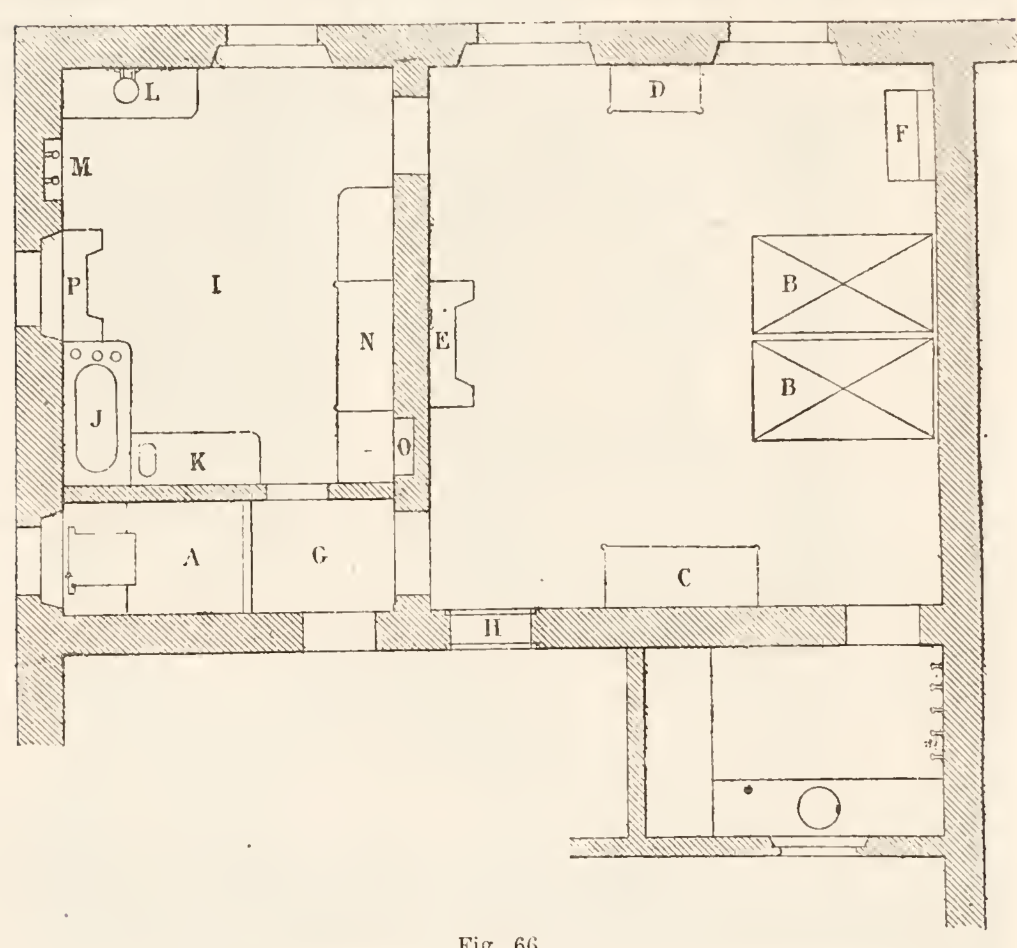


Fig. 66.

de deux lits jumeaux B, puis des autres meubles indispensables, commode C, armoire à glace D, prie-dieu, cheminée E, et petit bureau de dame F. Une antichambre G donne accès à la chambre à coucher par une double porte H pour éviter le bruit ou les indiscrets, et au cabinet de toilette de Madame I, qui renfermera : la baignoire J avec douches et chauffe-linge, un lit de repos K à côté, une cheminée P à feu ouvert et bouches de chaleur, avec glace sans tain au-dessus, une toilette-lavabo L, avec eau chaude et froide, éclairage au gaz près du bain, dans le water-closet, sur la cheminée et le lavabo, bain de

pieds M incrusté dans le mur et fermé par une porte, enfin une grande armoire N, avec divisions pour le linge et les robes. Un panneau au moins de cette armoire sera formé d'une glace de haut en bas. Dans l'intérieur d'une des divisions sera scellé au mur un coffre-fort à secret O pour serrer les bijoux. De l'autre côté de la chambre à coucher sera le deuxième cabinet de toilette, pour Monsieur. On comprend que ces dispositions varient à l'infini, suivant les lieux, les habitudes ou la fortune de chacun. Nous ne faisons qu'indiquer ici les choses indispensables pour conserver à la vie en commun le mystère relatif et le confort qui la rendront supportable à tout âge.

DES MONTE-PLATS.

La mode anglaise de vivre seul chez soi devient tous les jours plus commune et oblige alors d'établir la cuisine et ses dépendances à l'étage inférieur, ordinairement au-dessous de la salle à manger. Les cafés, restaurants ou autres établissements publics ont souvent aussi leurs cuisines en sous-sol, et le service a lieu généralement par un escalier sombre et étroit. Pour y remédier, on emploie un modeste appareil (fig. 67), fondé sur un principe employé déjà depuis longtemps dans l'industrie, pour monter les fardeaux, et surtout dans les mines, pour monter les ouvriers. Cet appareil n'a pas reçu dans nos maisons d'Europe toute l'application qu'on peut en tirer. Aux États-Unis, il existe de la cave au grenier pour y monter les combustibles, le linge, les malles, les personnes même : y a-t-il un meilleur emploi à en faire que de l'appliquer à nos hôtels à voyageurs ou à nos hôpitaux pour y monter les malades? On le nomme à Paris monte-charge, en Angleterre « lift, » aux États-Unis « dumb-waiter, » ou « serviteur muet, » parce qu'il ne fait ou ne doit pas faire de bruit, parce qu'il est toujours prêt à servir et ne raisonne jamais. Ici, les trois quarts des appareils coûtent fort cher, sont bâtis en fer avec complications de galets et de manivelles, comme s'il s'agissait de monter des objets lourds et encombrants. C'est une erreur. Pour moi, en économie domestique, simplicité et perfection sont synonymes. L'appareil doit donc être simple, léger, peu coûteux, facile à mouvoir d'en haut ou d'en bas indistinctement. Quel est le mouvement le plus doux parmi nos meubles? C'est un tiroir de commode : faisons glisser ce tiroir en

sens inverse avec quelques points de contact seulement; évitons le fer, les galets, les tringles et les complications. Voici des dispositions que j'ai adoptées :

A (fig. 68 et 69) est l'emplacement pris dans un mur de 0m,50;

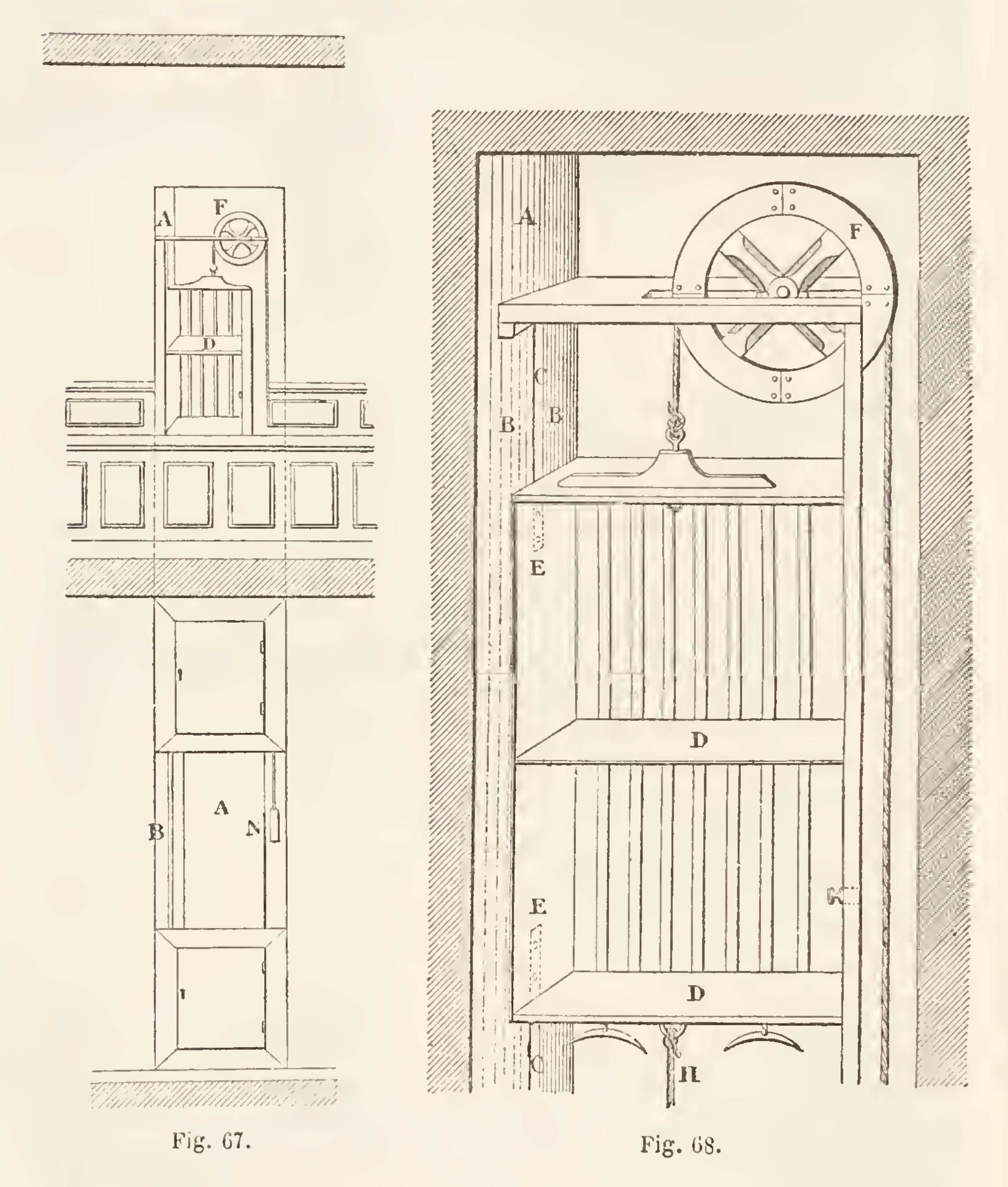


Fig. 67. Fig. 68.

B, planches de 0m,03 d'épaisseur, vissées au mur et tamponnées pour les dresser à volonté sur la verticale; elles sont taillées en biseau à 45° au point C; voilà pour la cage fixe; nous verrons plus loin celle du contre-poids.

D (fig. 67 et 68) est la caisse mobile avec une tablette. Elle est garnie par derrière de lamelles en bois contre lesquelles portent les objets qu'on pose sur ces tablettes ; elle glisse dans les rainures C par des guides en bois E (fig. 70), vissés en dedans haut et bas, et qu'on peut diminuer ou élargir à volonté par quelques feuilles de carton pour régler le frottement et l'écartement ou jeu qui sera de 0m,005 de chaque côté ; les rainures C seront frottées avec du savon sec.

F, roue en bois ou en fonte, à gorge, portée sur des coussinets. Il est indispensable de la mettre parfaitement d'aplomb, c'est-à-dire que l'axe des coussinets (fig. 68 et 69) doit former un angle droit avec la caisse D, et la gorge ou le diamètre réel de la roue devra être la distance des points O, O'.

Un peu de soin dans ces détails, et l'ouvrier le plus obtus les comprendra, rendra le frottement de la caisse presque insensible ; une corde attachée au piton H placé au bas et à l'usage de l'étage inférieur, modérera au besoin l'ascension, si le contre-poids joue trop fa-

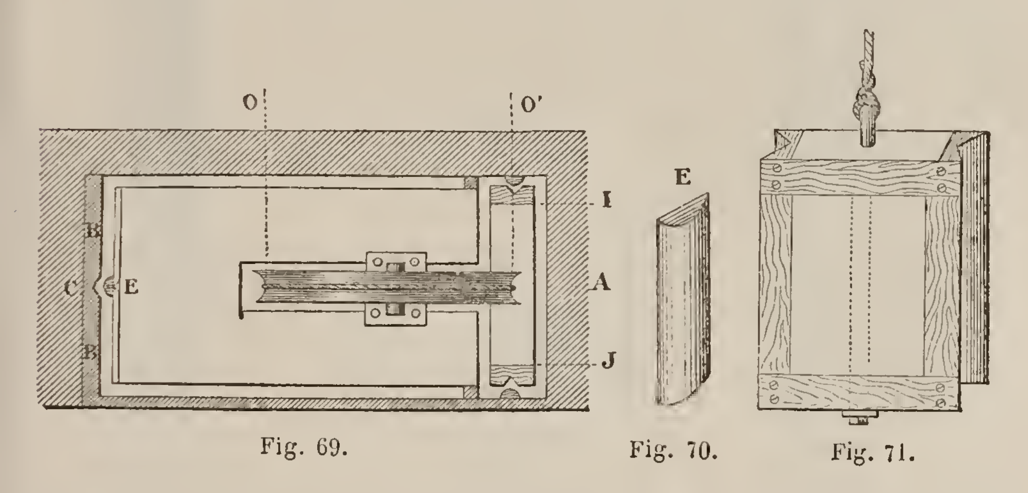


Fig. 69. Fig. 70. Fig. 71.

cilement. Enfin, les ressorts placés sous la caisse D serviront à amortir le choc de cette caisse en tombant, en cas d'incurie ou d'accident quelconque.

La case du contre-poids peut se mettre indistinctement à droite ou à gauche et demande peu de place, comme l'indiquent les fig. 68 et 69. Pour faire ce contre-poids (fig. 71), on pèsera la caisse D. Je suppose que son poids soit 20 kil. ; on y ajoutera 10 kil. ; soit ensemble 30 kil. On fera une petite caisse ouverte par le haut ayant exactement à l'intérieur la largeur I, J (fig. 69). On y coulera 30 kil. de vieux plomb, en ayant soin de fixer à l'intérieur une tige de fer, maintenue

haut et bas au milieu. Cette tige sera taraudée au bas et terminée en haut par un anneau ou crochet. Le plomb une fois fondu et sorti de sa caisse, on y fixera sur les côtés deux tasseaux en bois à rainures, dont l'écartement sera maintenu par deux platines. On n'aura plus qu'à enrouler la corde et mettre le tout en place. Il faudra ménager en bas (fig. 67) une portion mobile N dans les planches B pour y visiter le contre-poids et en savonner les coulisseaux. Un ventail mobile fermera l'appareil pour empêcher l'ascension de l'air des cuisines.

Les fig. 72, 73, 74 indiquent les détails de l'arrêt qui sert à fixer la

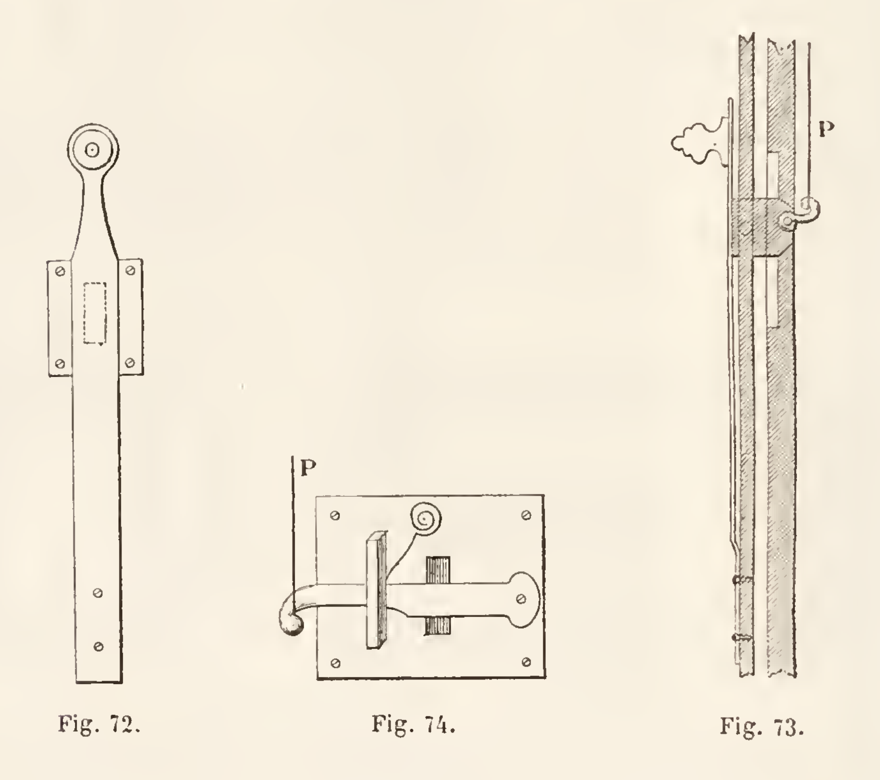


Fig. 72. Fig. 74. Fig. 73.

caisse haut et bas quand elle est à son point. Pour le décrocher et rendre le service indépendant aux deux étages, on établit deux simples cordons de tirage P, qui soulèvent la gâche et laissent la caisse mobile sous l'action du contre-poids.

Depuis quelques années, les mécaniciens se sont ingéniés à simplifier et à populariser les monte-plats. On les a fait mouvoir tantôt sous la pression des eaux de la ville comme les ascenseurs; tantôt avec des manivelles à engrenages plus ou moins compliqués de galets et de glissières. En somme, l'appareil que je propose est le plus

simple, le moins cher et le moins bruyant. Il est inutile d'ajouter que pour un service très-actif de salle à manger, pour un hôtel à voyageurs ou un cercle, il sera toujours bon d'établir un deuxième appareil qui fera contre-poids au premier et montera quand l'autre descend.

CHAPITRE VI.

DU CHAUFFAGE DES APPARTEMENTS.

De tous les problèmes que les besoins de l'homme ont posés à la science, il en est peu de plus complexes, de plus difficiles à résoudre qu'un bon chauffage et une ventilation rationnelle de nos habitations. On a dit de l'homme que, de tous les animaux, c'était le seul qui eût inventé et qui sût manier un outil : on pourrait ajouter que c'est le seul qui, en naissant, ne reçoive pas de la nature une enveloppe extérieure qui puisse le garantir de l'intempérie des saisons. Partout, en effet, et depuis le premier âge, l'homme, après sa nourriture, a dû songer à un abri contre la chaleur ou le froid. Pour se garantir des variations de température, il a dû étudier et faire plier à la satisfaction de ses besoins les trois règnes de la nature, sous forme de maisons, de combustible ou de vêtements. Sous ces diverses formes, l'art et la science ont été poussés très-loin depuis longtemps : mais quand il s'agit de chauffage et de ventilation, qu'il me soit permis de demander ce que valent encore à l'heure qu'il est les appareils dont se sert l'une des nations les plus civilisées du globe, la France.

Si j'avais, dans le Dictionnaire de l'Académie, à donner une définition des cheminées parisiennes, je dirais : « Ce sont de petites boîtes carrées en métal et en poterie avec deux ouvertures, l'une placée en avant pour y déposer du combustible, l'autre placée en haut pour diriger sur le toit, par une cheminée qui fume, 95 pour 100 de ce combustible. Elles ont pour effet d'envoyer à l'extérieur l'air chaud de

l'appartement et d'attirer à sa place, sous la forme la plus perfide, c'est-à-dire par des fentes et des courants resserrés, une grande quantité d'air froid, qui nous arrive de la manière la plus fâcheuse, par les pieds. Pour compléter l'appareil, nos pères y avaient ajouté un paravent pour gêner la circulation dans l'appartement. »

Si l'on parcourt les divers traités publiés en France et à l'étranger sur l'emploi de la chaleur, si l'on examine les centaines de brevets d'invention pris depuis un siècle pour les divers appareils de chauffage, on sera étonné de la multiplicité des efforts et de la similitude des résultats. Après la pompe à élever l'eau, il n'y a peut-être pas d'objet qui ait plus exercé l'esprit d'invention, et il ne sera pas sans intérêt de retracer ici, en peu de mots, les transformations qu'a subies depuis deux ou trois siècles un appareil employé à l'heure qu'il est, en Europe, par plus de cent millions d'habitants. Si, dans la seule ville de Paris, avec ses 1,800,000 âmes, on calcule 30 habitants, en moyenne, par maison, c'est 60,000 habitations à 25 cheminées chacune, soit 150,000 appareils de chauffage, qui, pour Paris seul, n'utilisent que 8 à 10 pour 100 du combustible. Le reste est perdu dans l'atmosphère, sans profit pour personne. Or, d'après les tableaux publiés par la préfecture de la Seine, en 1865, dans son compte général de recettes et dépenses, on a consommé 500,984 stères de bois à brûler, sans compter le charbon de bois et la houille. A 50 fr. le stère, cela ferait une somme de 25 millions pour le bois seulement. Qu'on juge de l'économie à effectuer sur ce seul chapitre. On a dit avec raison que les procédés de chauffage d'un peuple indiquent presque à coup sûr l'état de la civilisation ou de son avancement scientifique et industriel. Nous allons en fournir les preuves.

HISTOIRE DU CHAUFFAGE.

Pour bien comprendre les progrès modernes, il n'est pas sans intérêt d'examiner rapidement ce qu'ont fait avant nous, dans l'art du chauffage, les principaux peuples de l'Europe.

On sait que les peuples anciens, qui vivaient dans les pays chauds, nous ont laissé peu de traces de la manière dont ils se chauffaient : chez eux, comme c'est encore aujourd'hui chez les nations peu civilisées, les cheminées n'existaient pas : on allumait au milieu de la

pièce un combustible quelconque dans un brazero ou sur une pierre : souvent on suspendait au-dessus du feu l'appareil culinaire du temps et les produits de la combustion s'échappaient par un trou percé au sommet de l'habitation. Ce procédé primitif est encore employé par la moitié de l'humanité. S'il est quelque chose qui distingue les peuples anciens des peuples modernes, c'est surtout leur mode de chauffage. Jusqu'au milieu du treizième siècle, on ne connaît que l'hypocauste et le brazero : les habitations particulières sont basses, étroites et enfumées. Aujourd'hui un modeste bourgeois peut, au moyen d'une cheminée bien comprise, se donner le luxe d'un climat artificiel et d'une atmosphère pure et chaude, bienfait que nos pères ne connaissaient pas.

Mais jetons d'abord un coup d'œil sur l'ancien monde, sur cette Asie, peuplée de 700 millions d'habitants et qui fut le berceau de notre civilisation.

Le peuple le plus ancien chez lequel nous puissions étudier l'art qui nous occupe, c'est le peuple chinois, qui nous offre dans la disposition adoptée pour le chauffage des maisons riches les mêmes moyens que nous verrons employer sous l'empire chez les Romains. C'est du reste une habitude innée chez nous, de ne jurer que par Rome. La civilisation que nous admirons chez eux, ils la tenaient des Grecs, et ceux-ci la tenaient eux-mêmes des peuples de l'Asie, que nous connaissons peu aujourd'hui, mais que nous saurons mieux apprécier un jour, quand les rapports seront devenus plus fréquents. Les auteurs chinois signalent l'emploi du charbon de terre dans le nord de leur empire, plusieurs milliers d'années avant Jésus-Christ. Il est là très-abondant et il offre les mêmes variétés qu'en Europe, soit pour l'usage des forges, soit pour le chauffage domestique. Les Chinois exploitent leurs mines de houille depuis un temps immémorial, mais ils ne le font qu'à une faible profondeur ; une fois arrivés aux couches inférieures, ils s'arrêtent dès qu'ils ont à lutter contre les deux grands ennemis des mineurs, l'eau d'abord, puis les gaz provenant de la houille elle-même et que nous appelons vulgairement feu grisou. De tout temps, les riches du nord de l'empire ont employé, pour chauffer leurs habitations, de doubles planchers supportés sur des piliers à travers lesquels circulait la fumée qui repassait ensuite à travers de doubles murs. Le feu, comme chez les Romains, se fait au dehors et la chaleur se communique à travers le sol orné de

porcelaines et de bancs creux sur lesquels on étend des nattes et des tapis.

En général, les Chinois n'aiment pas le feu. Ils se garantissent du froid surtout en se couvrant de fourrures plus ou moins riches, suivant leur fortune. Cependant, comme le froid est très-vif dans les provinces du nord et comme les maisons ferment très-mal, on est obligé de recourir au chauffage.

L'appareil le plus en usage, surtout parmi les populations si nombreuses qui vivent sur les canaux et les rivières, est un fourneau (fig. 75), fait en terre réfractaire et percé à la partie inférieure et supérieure d'un trou de la grosseur d'un œuf : ce poêle économique, placé quelquefois sur un trépied, est surmonté de trois boules sur lesquelles on pose la bassine qui sert à cuire les aliments. Quelquefois le poêle est une sorte de creuset enchâssé dans une caisse de briques et bois (fig. 76). On l'allume hors de l'appartement pour éviter la fumée. Les Chinois ne brûlent pas comme nous la houille à l'état naturel, excepté pour forger. Ils la broient, la mélangent avec des détritus végétaux et animaux liés par de l'argile, le tout pétri en forme de boule et séché au soleil. C'est ce genre de combustible que nous avons vu renaître et réinventer en Europe dans les derniers temps sous les divers noms d'agglomérés, de briquettes ou de charbon de Paris, suivant leur forme et leur composition. Les Chinois n'emploient pas non plus pour se chauffer les surfaces de transmission métalliques, soit que la fonte soit rare, soit qu'ils aient reconnu l'avantage des transmissions céramiques.

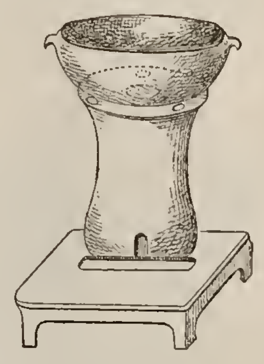


Fig. 75.

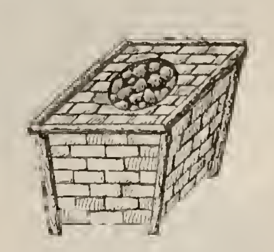


Fig. 76.

Un des modes de chauffage très-usités est le « Kang » ou lit de briques, construit sur toute la largeur de la chambre et élevé d'environ 60 centimètres ; ce lit est creux comme un four ; il a un foyer dont l'ouverture est généralement dans la chambre même et la sortie à l'extérieur ; on le chauffe avec du sorgho et des détritus végétaux de toute espèce.

Parmi les classes pauvres, on emploie le modeste brazero où l'on brûle les combustibles les plus vulgaires, détritus végétaux séchés

au soleil, poussier de charbon et argile mêlés. Aucune trace de la cheminée moderne : point de verres aux fenêtres ; elles sont, comme au Japon, garnies de papier transparent.

Dans les plateaux élevés de la Perse, on se sert, chez les riches, de cheminées adossées en forme de hottes (fig. 77), que l'art persan a su

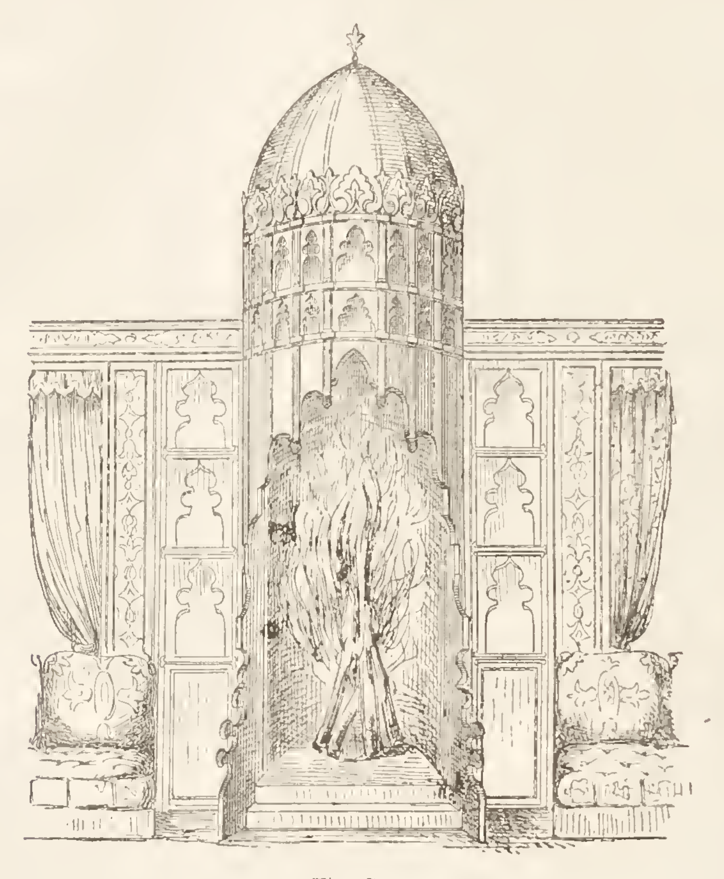


Fig. 77.

décorer avec infiniment de goût. Le combustible employé est le bois dressé verticalement contre l'âtre, ce qui conduit à se demander si ce pays ne nous a pas devancés dans l'emploi des foyers ouverts et adossés. Parmi les classes pauvres, un vase de métal est placé dans un trou percé au milieu de la pièce et rempli d'un combustible quelconque. Par-dessus, une table basse recouverte d'un tapis sous lequel les habitants étendent leurs pieds au risque d'être suffoqués par les gaz du foyer. Ce dernier mode de chauffage est celui que l'on retrouve encore au Japon et en général chez tous les Orientaux.

En remontant vers l'Occident, nous voyons les Grecs employer le

classique trépied (fig. 78), qui est cité dans tous leurs auteurs et qui se composait essentiellement d'un large vase supérieur où se déposait le combustible. Chez les riches, il était supporté par des sphinx et des satyres et très-élégamment orné; au-dessous, se trouvait un petit vase renfermant des parfums, des épices et des bois de senteur pour masquer l'odeur du combustible.

A Rome, le climat n'exigeait pas d'appareil spécial de chauffage ; les bains seuls ont pendant longtemps nécessité des dispositions particulières et des foyers qui étaient toujours placés en dehors. Le trépied grec s'y transforme comme l'indique la figure 79, et l'on y voit paraître



Fig. 78. Fig. 79. Fig. 80.

la disposition de la figure 80, tirée du musée Napoléon III au Louvre.

Pompéi et Herculanum n'offrent aucun souvenir certain sur le chauffage domestique. Les Pompéiens, comme beaucoup de Napolitains de nos jours, avaient recours au brazero ou « focone », ustensile aussi incommode que dangereux. Nous savons, par le texte des au-

teurs latins et par des fouilles faites en divers pays, que les Romains chauffaient leurs maisons comme les anciens Chinois, c'est-à-dire par de vastes foyers placés au-dessous des constructions comme l'indique la figure 81 et communiquant leur chaleur aux pavés ou mosaïques qui couvraient le sol. Chose remarquable, les Romains distinguaient parfaitement la différence qu'il y a, comme effet, entre la chaleur naturelle et la chaleur artificielle. On lit dans leurs auteurs, en parlant des fonctions des Vestales : « Vesta n'est pas la déesse du feu matériel employé aux usages de la vie, mais du feu interne, du feu principe, enfermé au centre de la terre et dont la chaleur produit l'animation dans toute la nature. Voilà pourquoi la flamme sacrée, symbole du culte de Vesta, est entretenue au centre d'un édifice circulaire, image de la forme de l'univers. »

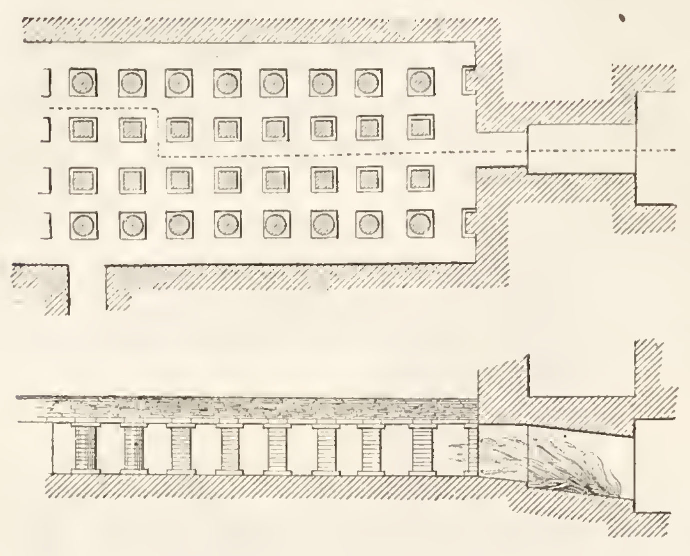


Fig. 81.

L'un des vestiges les plus curieux du chauffage ancien fut découvert à Rome près de l'église Sainte-Cécile, dans un laconicum (fig. 82), où l'on voit dans le dessin du temps de nombreux tuyaux dans les murs, comme dans nos calorifères modernes et l'emploi des briques creuses réinventées de nos jours.

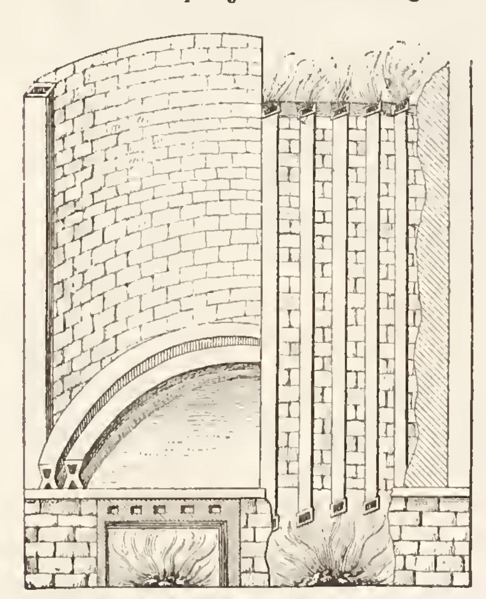


Fig. 82.

La figure 83 indique comment étaient formés les plafonds des

hypocaustes romains : on y voit de larges plaques de terre cuite appuyées sur de petites colonnes hautes de 0m,60 à 0m,75 et faites en briques plates. Sur les plaques on établissait une couche de 0m,10 à 0m,15 de ciment et de tuiles ou briques cassées bien comprimées; enfin, le tout était recouvert de mosaïques.

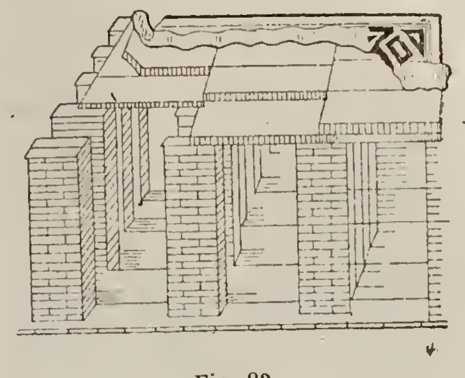


Fig. 83.

On a longtemps agité la question de savoir si les Romains connaissaient les cheminées. D'abord la figure 82 indique parfaitement l'emploi de tuyaux creux installés comme nos calorifères modernes. De plus, je donne ici (fig. 84) le

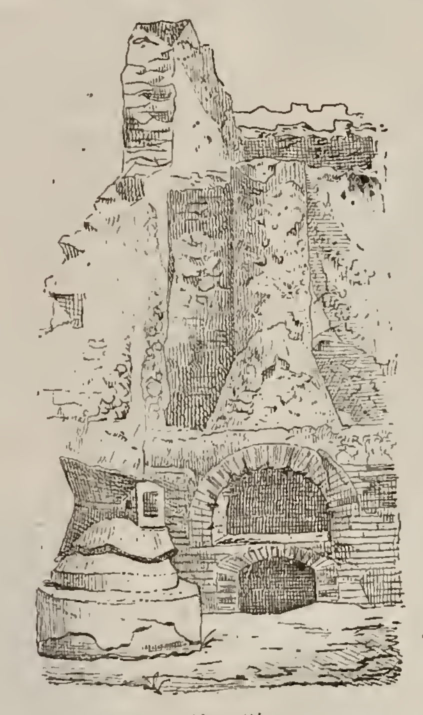


Fig. 84.

dessin de l'intérieur de la maison dite du Boulanger, à Pompéi. Cette figure, copiée sur une photographie, montre, à côté du moulin que l'on connaît, le foyer du boulanger, le cendrier inférieur, enfin un tuyau supérieur en forme d'entonnoir, c'est-à-dire, *une véritable cheminée.*

Je crois qu'on ne peut rien montrer de plus éloquent et de plus positif que cette figure.

NAISSANCE DES CHEMINÉES MODERNES.

Au moyen âge, nous voyons encore employer partout le brazero espagnol qu'on perfectionne en en faisant un foyer portatif appelé « chauffe-doux » (fig. 85), qu'on remplissait de braise et de cendre chaude et qu'on faisait rouler d'une pièce dans une autre. Mais, dans les pays à climat froid et variable, le brazero est malsain, dispendieux et insuffisant. On dut bientôt avoir recours à l'âtre fixe sur lequel on plaça le combustible ; on le surmonta d'une voûte en forme de hotte, rassemblant les produits de combustion. Cette disposition avait sur l'hypocauste des anciens ce double avantage : elle chauffait les appartements et permettait d'utiliser le foyer pour les usages domestiques.

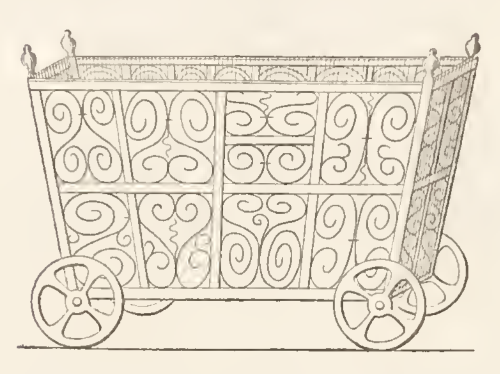


Fig. 85.

Peu à peu, pour éviter les courants latéraux, on disposa de chaque côté du foyer deux jambages qui dirigeaient l'air sur le combustible. On inventa les traverses ou chenets destinés à faciliter l'accès de l'air à la partie inférieure ; enfin on plaça des supports ou crémaillères sur le foyer pour la cuisson des aliments.

Telles furent les premières cheminées, n'utilisant que la chaleur rayonnante, causant un appel considérable d'air froid extérieur, ne débarrassant qu'incomplétement de la fumée et ne pouvant chauffer que les personnes placées immédiatement près du foyer. Cette disposition se retrouve partout en Europe jusqu'à la fin du siècle dernier, et on la rencontre encore fréquemment dans nos campagnes.

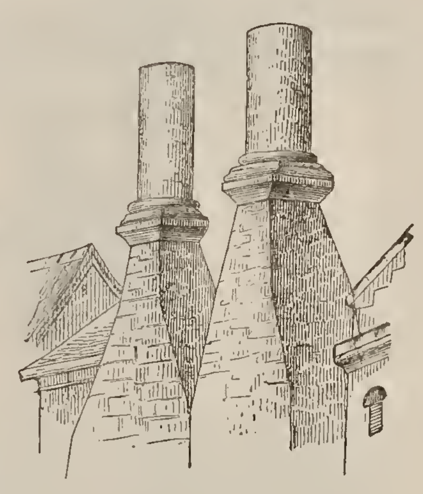
Il n'est pas sans intérêt de comparer, depuis un siècle ou deux, la dimension des tuyaux de fumée qui, par les ordonnances royales de 1712 et 1723, avait été fixée à 3 pieds de largeur et 10 pouces dans œuvre, afin de laisser une place suffisante pour le ramoneur.

C'est alors qu'existait cette industrie barbare qui forçait de jeunes enfants à se hisser dans l'intérieur des murs pour en opérer le net-

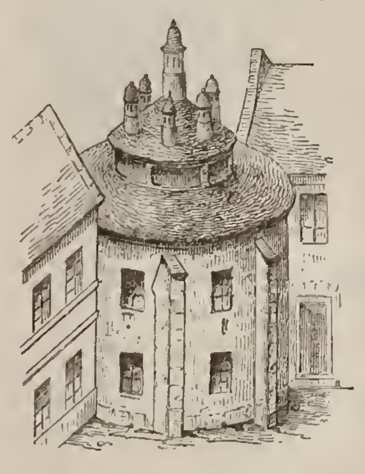
toyage. Grâce à Dieu, cette industrie tend tous les jours à disparaître. En examinant les maisons bâties au commencement du siècle et démolies récemment, on voit les tuyaux se réduire à $0^m,60$ ou $0^m,80$ de large sur $0^m,20$ à $0^m,25$ de profondeur.

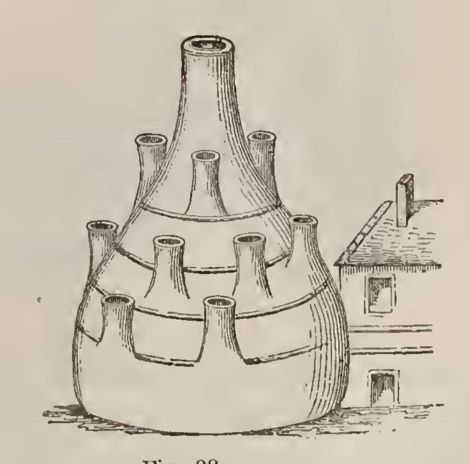
Enfin, pour les maisons modernes, on a reconnu qu'un tuyau circulaire de $0^m,20$ à $0^m,30$ de diamètre était suffisant pour les cheminées ordinaires. Nous verrons plus loin les causes des cheminées fumeuses. Pour le moment, rappelons seulement qu'il est acquis à la pratique, que pour assurer un bon tirage, il faut que les passages de fumée soient rétrécis à l'entrée et à la sortie.

C'est dans le nord de l'Italie que l'on employa d'abord le plus fréquemment les cheminées placées dans les murs et l'exemple fut bientôt suivi en France. Depuis ce moment, l'industrie de la fumisterie sembla venir chez nous du Piémont et elle s'est perpétuée dans les mêmes mains jusqu'à nos jours.


Fig. 86.

Au douzième siècle, on voit d'abord les cheminées placées à l'extérieur (fig. 86). A cette époque, d'après les documents que l'on ne peut trouver que dans les châteaux, les monastères et les abbayes, puisque les maisons bourgeoises n'existent plus, les toits des cuisines


Fig. 87.


Fig. 88.

étaient de formes diverses (fig. 87 et 88), et placées toujours à

côté des réfectoires avec lesquels elles communiquaient par un corps de logis séparé. Elles offraient dans leur pourtour plusieurs fourneaux surmontés d'une cheminée distincte. Chaque cheminée avait un tuyau en pierre sortant de la toiture de l'édifice dont le sommet était souvent percé d'une lanterne déguisée à l'intérieur (fig. 89), pour laisser sortir les vapeurs et la fumée. Pourquoi, hélas! n'en fait-on pas autant de nos jours, au lieu d'empoisonner nos appartements par l'odeur des fourneaux! La figure 90 représente l'intérieur d'une cuisine du treizième siècle, avec cheminée adossée et lanternes pour l'évacuation de la fumée. La figure 91 est la cuisine

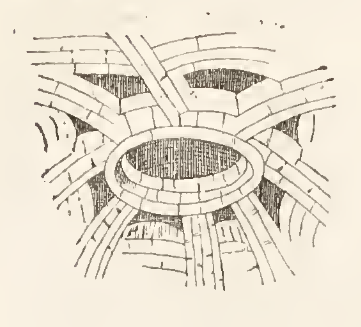


Fig. 89.



Fig. 90.

du palais des ducs de Bourgogne à Dijon au quinzième siècle. On y trouve, comme dans les précédents exemples, de vastes foyers ouverts, un

fourneau potager, et, dans les voûtes, les trous des cheminées ouvertes par les côtés sur le toit et couvertes pour garantir de la pluie.

En Angleterre, il reste de nombreux vestiges des châteaux du douzième siècle. Les cheminées y avaient la forme des figures 92 et 93.

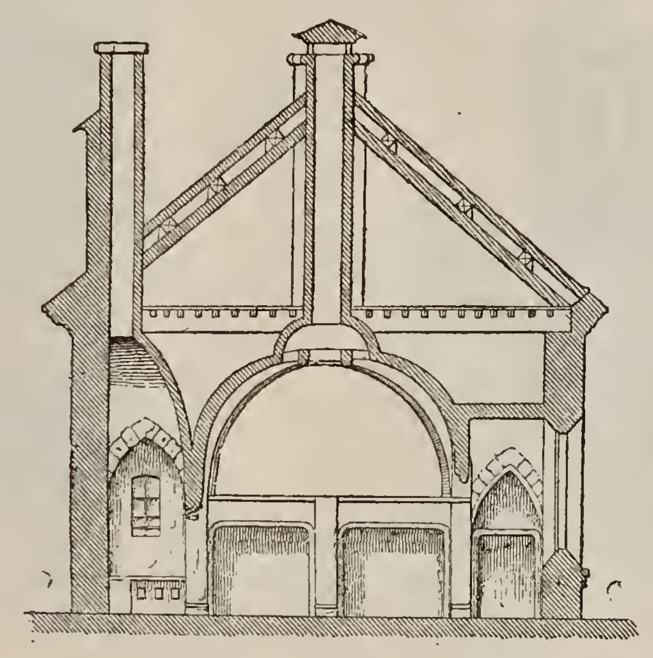


Fig. 91.

On n'était pas encore arrivé à élever les tuyaux dans toute la hauteur de l'édifice. Du treizième au quinzième siècle, les tuyaux de cheminées prennent les formes indiquées par les figures 94, 95 et 96. Elles

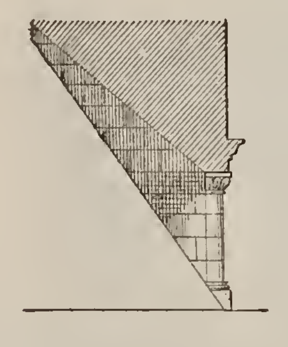


Fig. 92.

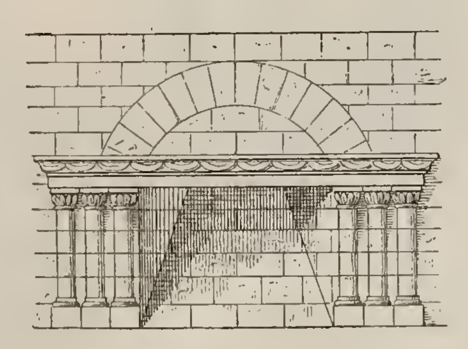


Fig. 93.

sont rondes, percées latéralement et toujours très-élevées. L'art de l'architecte s'étudie à en faire des objets de décoration, contrairement à ce qui a lieu de nos jours où le but du fumiste semble consister à déshonorer nos maisons par des tuyaux métalliques. Quelquefois le

haut de la cheminée est couronné de fleurs de lis ou d'ornements

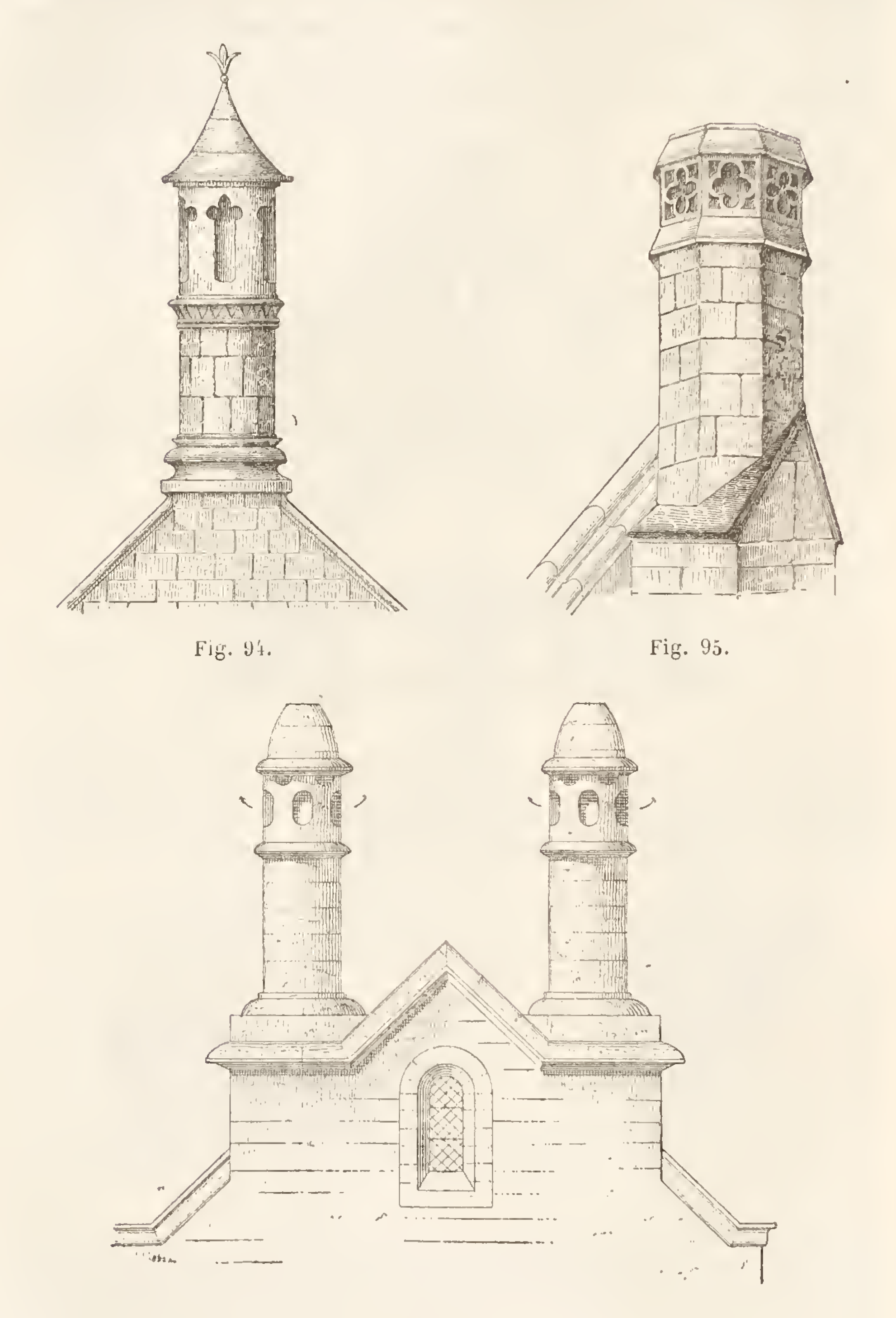

Fig. 94.

Fig. 95.

Fig. 96.

pour diviser les veines fluides (fig. 97). C'est ce qui a été imité à

Paris récemment avec des lyres dans les bâtiments d'administration du nouvel Opéra pour déguiser les mitrons et assurer le tirage. La

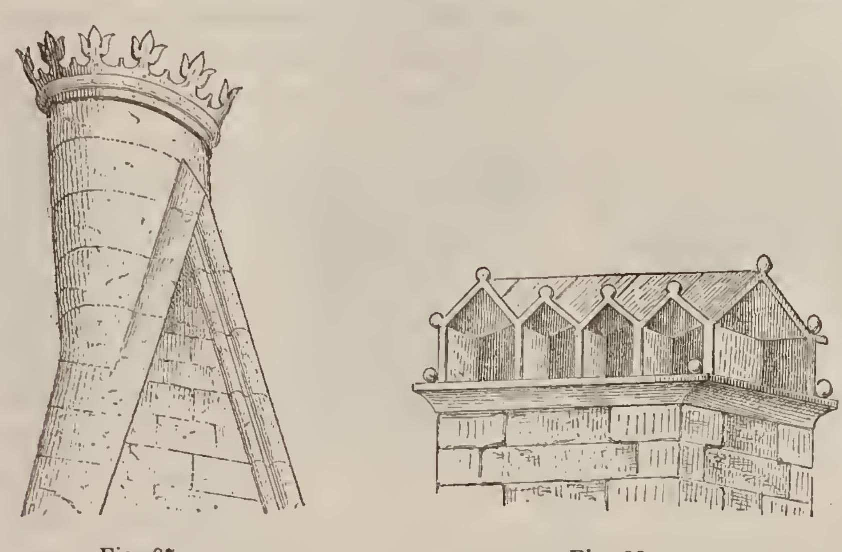


Fig. 97. Fig. 98.

figure 98 indique les anciens couronnements des cheminées de l'Alsace. L'usage en existe encore de nos jours.

A partir du quatorzième siècle, les cheminées prennent les formes

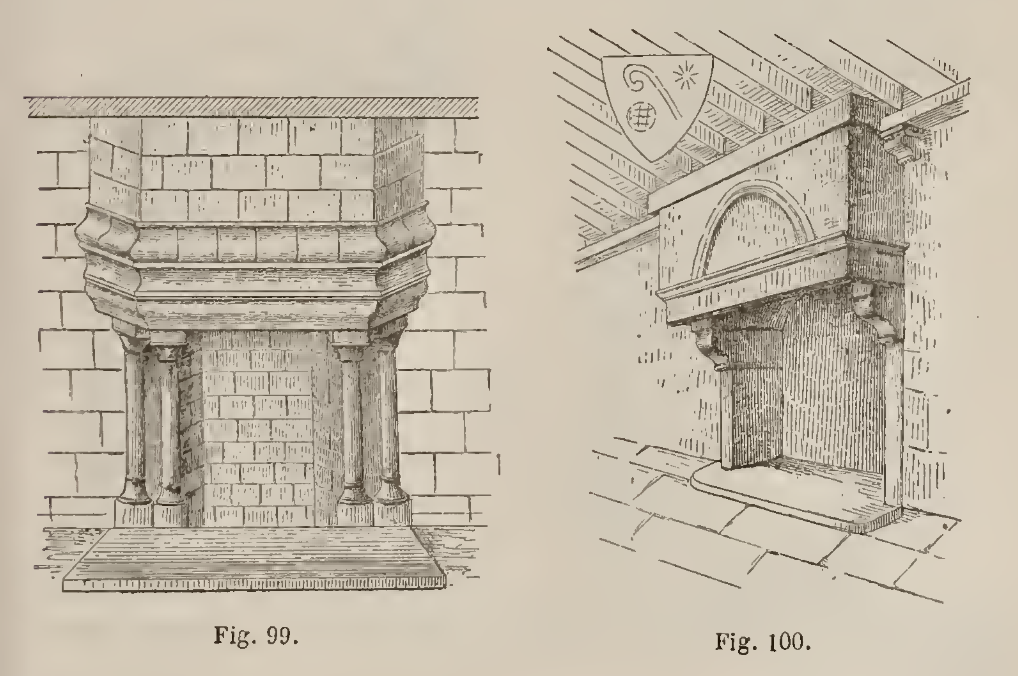


Fig. 99. Fig. 100.

monumentales (fig. 99 et 100) qu'elles ont conservées si longtemps et dont nous avons de beaux exemples dans notre musée de Cluny ou

dans nos nombreux châteaux historiques, jusqu'au moment où, l'industrie des glaces prenant de l'extension, le manteau de la cheminée s'abaisse pour faire place aux motifs de décoration moderne.

En 1485, « l'Architecture ou l'art de bien bâtir, » d'Alberti (Léon), de Florence, ouvrage traduit et publié à Paris par J. Martin en 1553, indique deux formes de cheminées, dont l'une, imitée des Chinois (fig. 101), consiste en une demi-sphère mobile sur un axe pour se pencher sous l'action du vent et laisser libre l'issue de la fumée. L'autre indique des tuyaux renversés qui se retrouvent plus tard dans l'œuvre de Cardan et qu'on a fait breveter récemment sous divers noms.

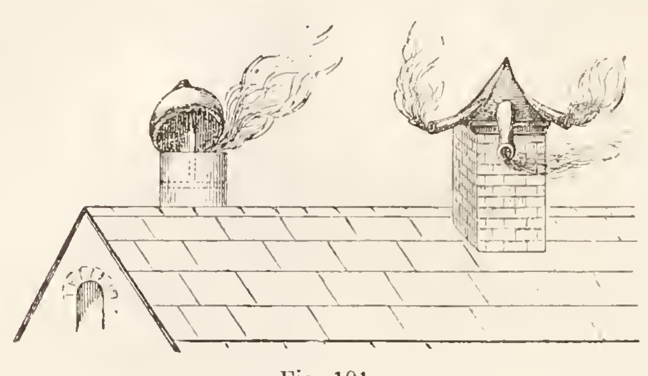


Fig. 101.

Dans le Traité d'architecture de Séb. Serlio, de Bologne, publié à Venise en 1540, on voit déjà poindre le modèle de la cheminée moderne (fig. 102). Le foyer y prend une forme plus rationnelle; mais déjà la fumée causée par ces vastes foyers préoccupait les architectes et les savants. Cardan, en 1557, proposait, entre autres moyens, la forme de la figure 103 qui a été modifiée de bien des manières dans les temps modernes jusqu'aux cheminées anglaises de nos jours (fig. 104). Philibert Delorme s'attache aussi de son côté à combattre la fumée, ennemie jurée des monuments et des objets d'art.

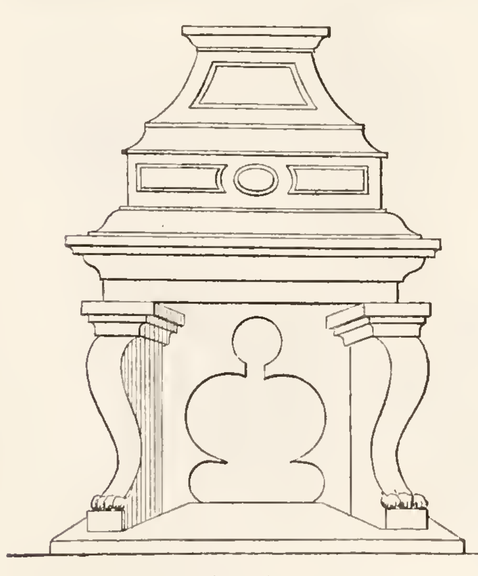


Fig. 102.

Enfin, en 1619, paraît le premier ouvrage complet sur les poêles, publié par François Keslar. Son curieux travail indique, dès cette

époque, tous les principes du chauffage usités en Allemagne et très-peu perfectionnés depuis.

La figure 105, tirée de l'ouvrage de Keslar, indique un poêle formé

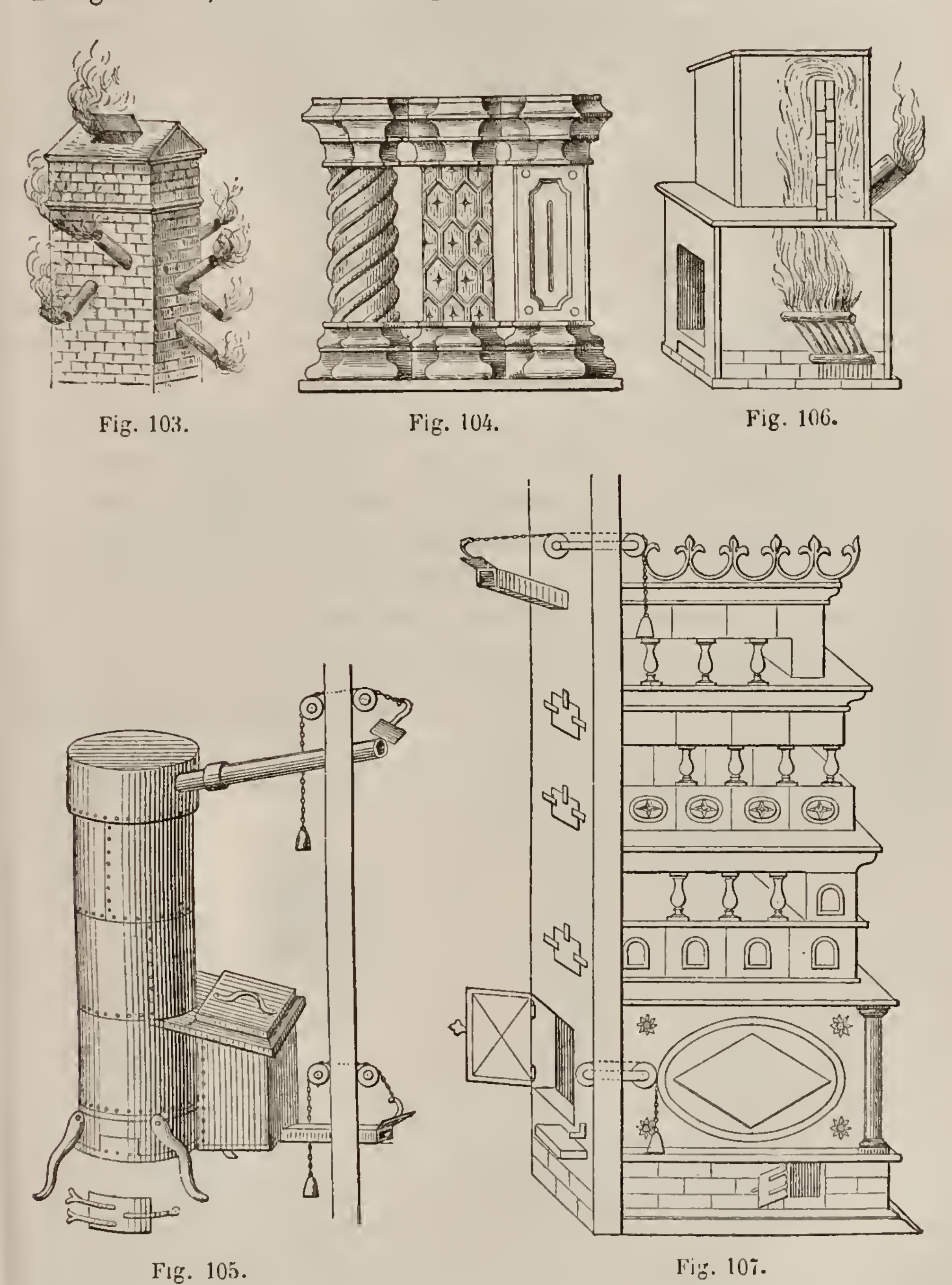


Fig. 103. Fig. 104. Fig. 106.

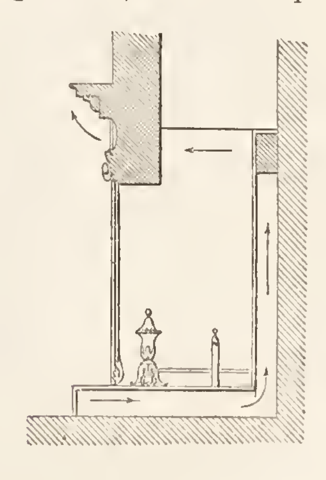
Fig. 105. Fig. 107.

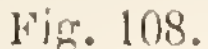
de plaques de fer rivées avec foyer par devant, prise d'air extérieur, registres, etc. Dans la figure 106 on voit, pour la première fois, pa-

raître l'application aux poêles de la flamme renversée, principe que nous verrons perfectionner depuis par Franklin et ses nombreux imitateurs. Enfin, la figure 107 indique tous les agencements actuels des poêles usités en Allemagne, c'est-à-dire, l'allumage en dehors de la pièce, les tampons de nettoyage, les registres à la prise d'air extérieur et aux tuyaux de fumée, enfin la circulation de cette fumée, dans de nombreux circuits comme on le fait encore aujourd'hui. Rien n'a été changé au principe, la décoration seule des poêles s'est modifiée.

C'est aussi au commencement du dix-septième siècle, en 1624, que paraît en France l'important ouvrage de Savot sur « l'Architecture des bâtiments particuliers. » C'est de cette époque que date l'invention la plus capitale concernant le chauffage domestique, après l'emploi des tuyaux de cheminée, je veux parler de l'isolement du foyer contre le mur et de l'usage des chambres de chaleur pour économiser le combustible. Toutes les idées ou inventions signalées depuis ce moment n'ont été que des modifications plus ou moins heureuses de la cheminée existant au Louvre à cette époque et décrite par Savot dans tous ses détails (fig. 108). On y voit paraître pour la première fois l'âtre isolé du plancher, la plaque de fond séparée du mur et la chambre de chaleur terminée par deux bouches placées sur le devant de la cheminée.

En Angleterre, on voit employer pour la première fois la grille in-




Fig. 108.

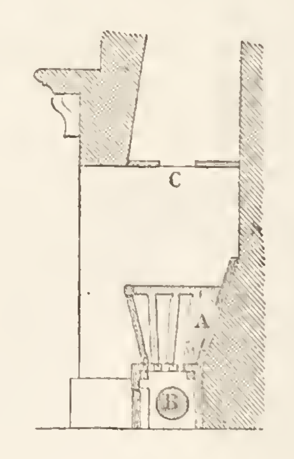


Fig. 109.

forme et grossière destinée à brûler de la houille (fig. 109), et proposée d'abord par sir John Winter, en 1658. Elle consistait en un panier

ou cage de fer forgé A placé à $0^{m},35$ du sol avec une porte par devant qui ne s'ouvrait que pour retirer la cendre : c'est là que l'on voit pour la première fois une ventouse B amenant l'air extérieur et fermée au besoin par une clef pour activer ou ralentir le feu. Enfin, la cheminée était rétrécie en haut par un registre C mobile sur un axe. Cette disposition est remarquable à plus d'un titre comme portant en germe bien des inventions ultérieures.

C'est aussi vers cette époque, en 1680, que Dalesme proposa le poêle en fer battu à flamme renversée (fig. 110 et 111). Pour l'allumer, on devait naturellement chauffer le tuyau de fumée extérieur. Cet appareil qui parut fort étrange pour l'époque, ne fut regardé que comme un objet de curiosité. Aujourd'hui, son principe est appliqué dans une foule de cas et surtout dans les ateliers insalubres où les gaz et les vapeurs des chaudières sont renversés sur les foyers et appelés dans le tuyau de fumée.

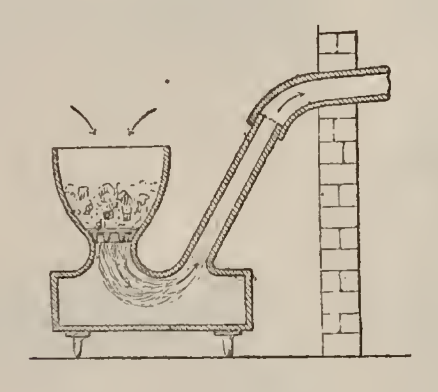


Fig. 110.

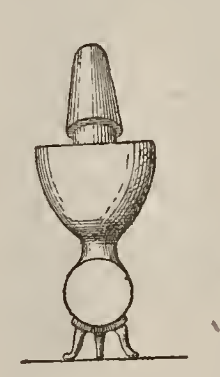


Fig. 111.

En 1685, Blondel, architecte du roi, republie et annote le curieux ouvrage de Savot. Avant lui, les cheminées étaient généralement adossées l'une en avant de l'autre, comme l'indiquent la figure 112 tirée de son livre et la figure 113 montrant les cheminées du château de Pierrefonds. Blondel signale pour la première fois l'habitude, prise de son temps, de dévoyer les tuyaux latéralement (fig. 114) et indique même l'ordonnance de police du 26 janvier 1672, enjoignant les précautions à prendre (fig. 115), ordonnance qui a été confirmée depuis par celle du 28 avril 1719 et celle du 11 décembre 1852. Blondel signale enfin, pour la première fois, l'apparition en France des cheminées dites anglaises et faites de plaques de tôle ou de fer fondu.

Chez les Anglais, comme chez nous, la mode des vastes foyers adossés contre les murs, dut remplacer les foyers barbares placés au milieu des pièces ; on n'eut d'abord, par habitation, qu'un foyer au-

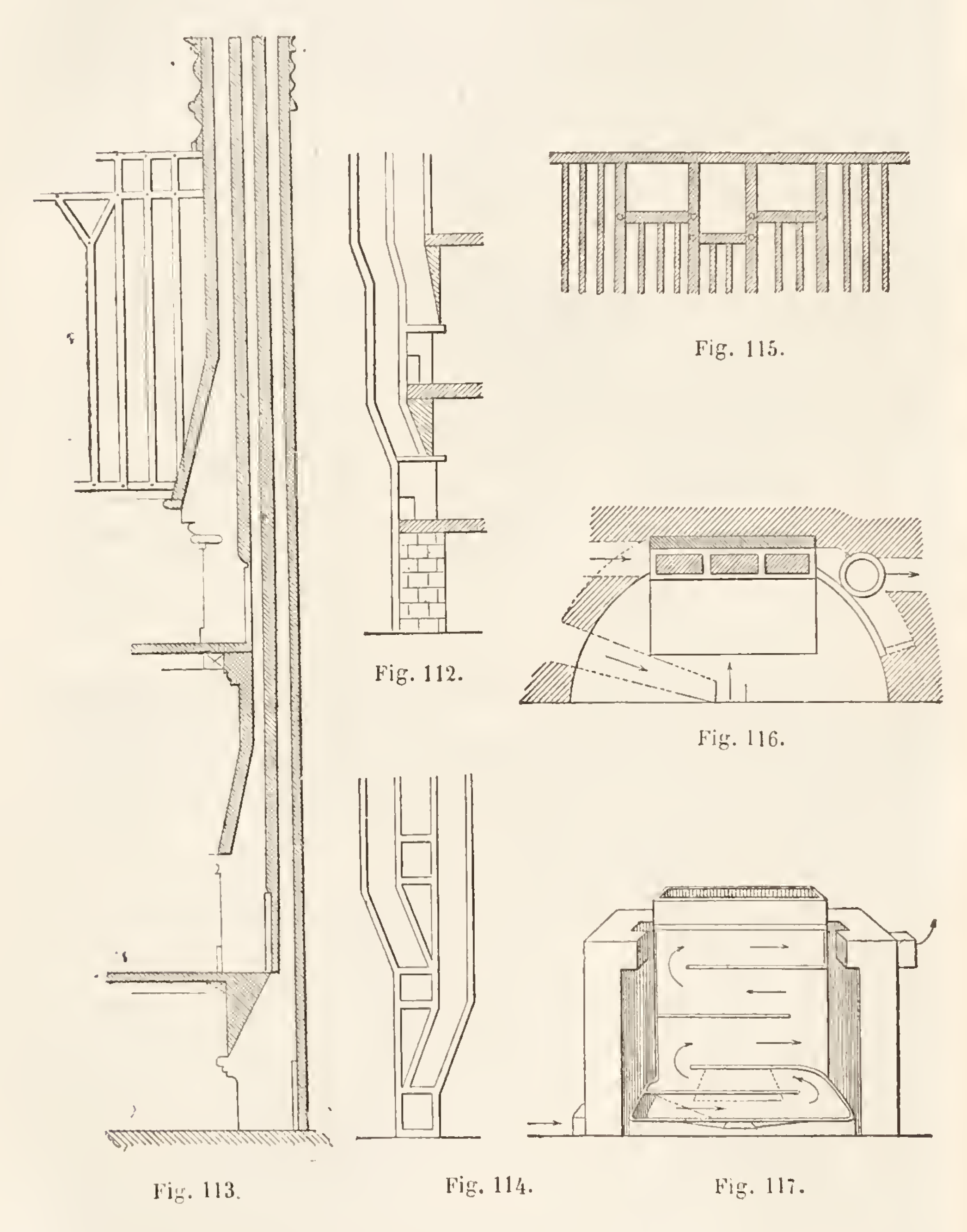


Fig. 112. Fig. 113. Fig. 114. Fig. 115. Fig. 116. Fig. 117.

tour duquel venait se grouper toute la famille. Plus tard, on voulut établir des cheminées dans chaque pièce et l'on fit saillir les tuyaux extérieurement Du temps des Tudors, ils servirent de motifs de dé-

coration jusqu'au dix-septième siècle où on les dévia à l'intérieur, en les adossant contre les murs. Ce n'est que bien plus tard, quand ils furent réduits à leur dimension actuelle qu'on put songer à les incruster dans les murs eux-mêmes.

En 1713, Gauger, le véritable inventeur de presque tous les progrès modernes, publia sa « Méchanique du feu » où il indiqua un nouveau perfectionnement dans la disposition des foyers auxquels il donna une forme elliptique (fig. 116) au lieu de l'ancienne forme carrée, pour mieux utiliser la radiation du calorique rayonnant. Il établit des divisions dans les doubles parois décrites par Savot (fig. 117), afin de forcer l'air froid à circuler autour du foyer avant de sortir par les bouches de chaleur qui, cette fois, furent placées latéralement. C'est alors qu'on vit paraître, pour nos cheminées, l'heureuse idée de deux prises d'air extérieur, l'une pour faciliter la combustion, et activer le tirage, l'autre pour renouveler l'air de la pièce d'une manière rationnelle. Cette idée lumineuse est malheureusement négligée à l'heure qu'il est par bon nombre d'architectes qui oublient que les foyers, comme les poumons humains, ont besoin d'être alimentés d'air, que cet air doit être préalablement chauffé au contact du foyer et qu'il faut l'introduire dans la pièce de manière à n'incommoder personne. Pour cela, ils s'en rapportent à la grâce de Dieu, c'est-à-dire, aux portes et aux fenêtres.

Depuis Savot et Gauger, aucun progrès notable n'a été fait dans le chauffage domestique, et les milliers de brevets pris dans les derniers temps n'ont été que leurs idées reproduites sous d'autres formes. Les seules modifications sérieuses à leurs appareils ont été : 1° l'inclinaison et le rétrécissement du foyer; 2° la multiplication des surfaces de chauffe et de transmission par des tubes ou des lames ajoutés aux plaques de fonte.

En 1720, Leutmann publie, à Wittemberg, un curieux ouvrage où il donne l'état de la caminologie à son époque. On y voit entre autres (fig. 118) la mitre employée alors et composée de deux plaques réunies à angle droit, couvertes d'un chapeau et insérées dans le tuyau de manière à donner issue à la fumée par tous les vents. Il indique aussi (fig. 119) l'usage du premier tourne-broche mu par la fumée et composé comme les anémomètres modernes de quatre ailettes tournant sur un axe avec pignon au bas et roue dentée. Il n'y manque que le cadran enregistreur. Dans la figure 120, tirée du même auteur,

on voit l'un des premiers fourneaux en fer battu garni à l'intérieur

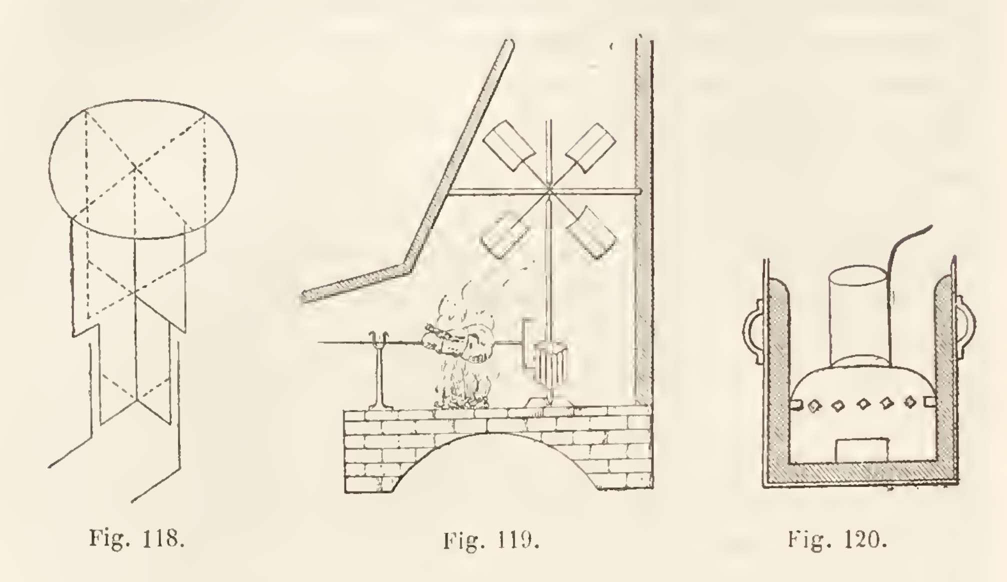


Fig. 118. Fig. 119. Fig. 120.

de briques, avec grille et support. La figure 121 montre une autre disposition du poêle à flamme renversée, principe que nous avons vu (fig. 106) et qu'on a transformé en Allemagne aujourd'hui sous cette forme (fig. 122). Enfin, Leutmann nous donne, dans la description des

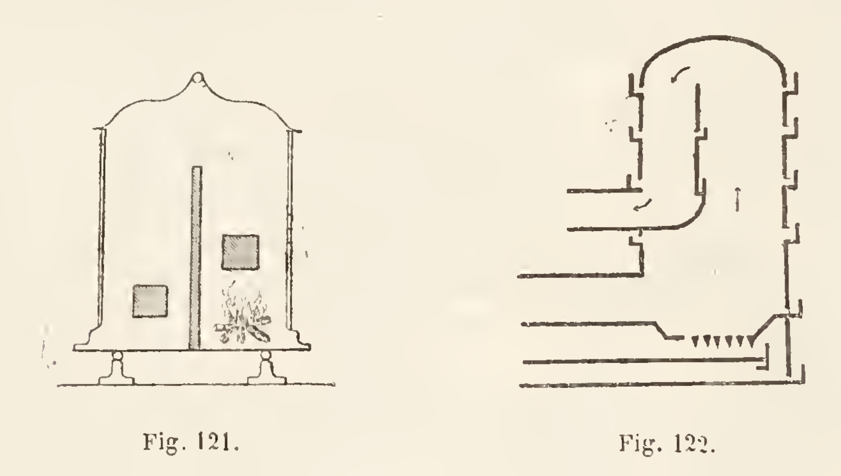
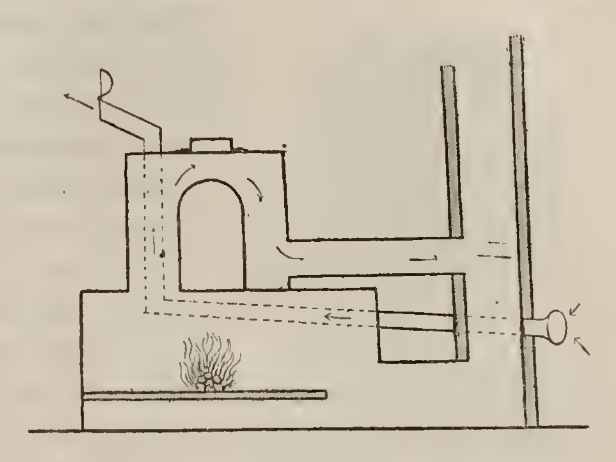


Fig. 121. Fig. 122.

poêles de son temps (fig. 123) le premier exemple moderne d'un tuyau aspirant l'air froid extérieur et passant dans le foyer pour envoyer l'air chauffé à l'extrémité opposée par une bouche de chaleur. Dieu sait combien cette idée a été appliquée depuis !

A peu près à la même époque, Gauger propose à l'Académie des Sciences, en 1722, un poêle (fig. 124) destiné, dit l'inventeur, « à purifier l'air des appartements. » Il était formé d'une caisse en fer battu

autour de laquelle était attaché un tuyau de tôle coupé par moitié et devant amener l'air extérieur puisé au point A, pour ressortir dans la pièce au point B. Gauger recommandait une ventouse dans la partie haute de l'appartement. Malheureusement, dans la pratique, l'air des tubes était soumis à deux forces variables. Ainsi, lors de l'allumage du feu, l'air extérieur au contact d'un corps froid, arrivait comme par une ventouse ordinaire sous l'appel du foyer et remplissait alors le but de l'inventeur; mais lorsque, chauffé par le poêle, il devenait plus léger, il devait sortir en A, contrairement au but qu'on se proposait. On reconnaît ici l'ignorance où l'on était encore à cette époque des plus simples lois de la physique. En tout cas, c'est là que nous voyons pour la première fois le germe et le principe du poêle à double enveloppe avec prise d'air extérieur.


Fig. 123.

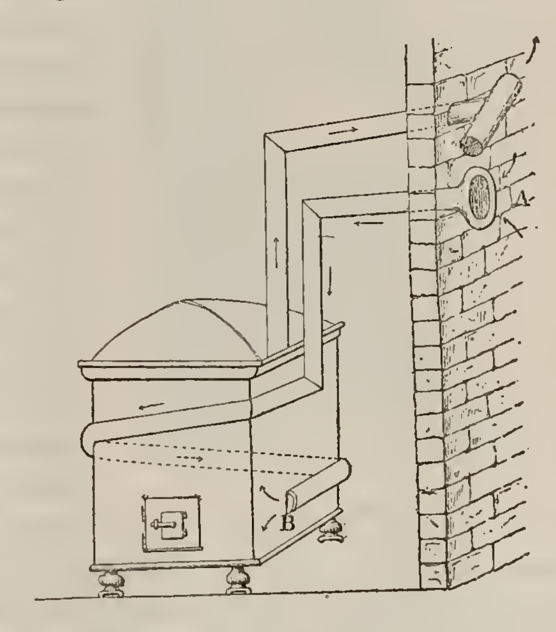


Fig. 124.

Parmi les idées ingénieuses de Gauger, il faut citer le moyen qu'il propose pour éviter la fumée. La figure 125, tirée de son livre, nous montre des mitrons coniques qui sont exactement ce qu'on fait aujourd'hui. Il est assez singulier que le même observateur ait indiqué tout d'une pièce, dans son remarquable livre, presque tous les progrès à faire pour nos cheminées si imparfaites depuis des milliers d'an-

nées, savoir : la prise d'air extérieur pour le foyer et pour la chambre de chaleur, l'inclinaison de ce foyer pour utiliser le calorique rayonnant au lieu de l'ancienne forme carrée, l'isolement du mur sur les trois faces de la chambre de chaleur, enfin le rétrécissement en haut et en bas du tuyau de fumée.

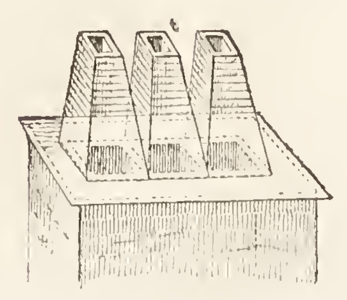
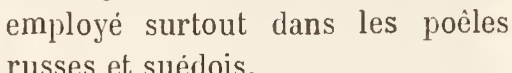
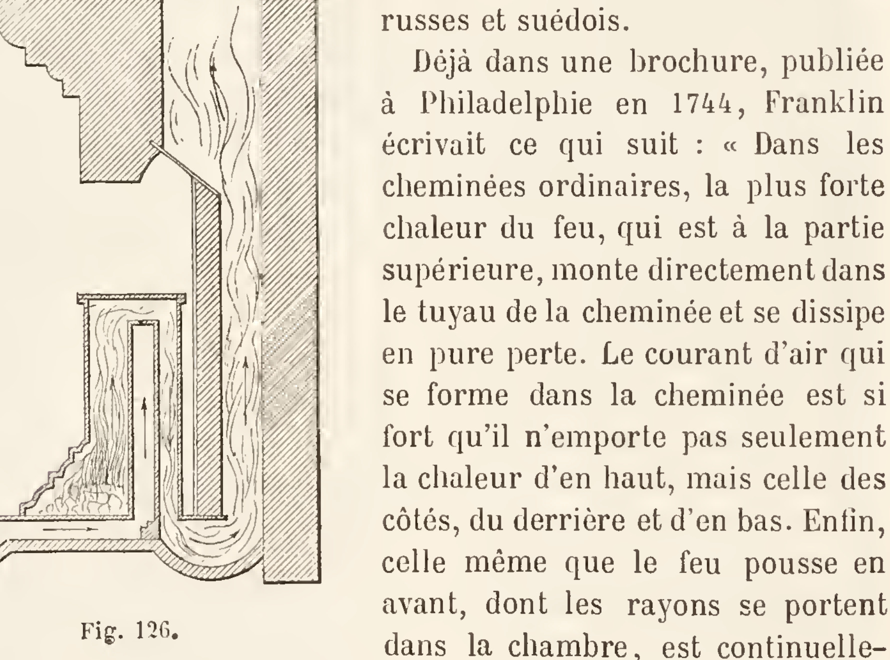


Fig. 125.

Franklin, en 1745, nous fit connaître son nouveau poêle ou chauffoir de Pensylvanie (fig. 126) à circulation renversée. Ce principe, que nous avons déjà vu dans François Keslar en 1619, mais sans les chambres de chaleur intérieures, a été appliqué depuis dans un grand nombre d'appareils et employé surtout dans les poêles russes et suédois.





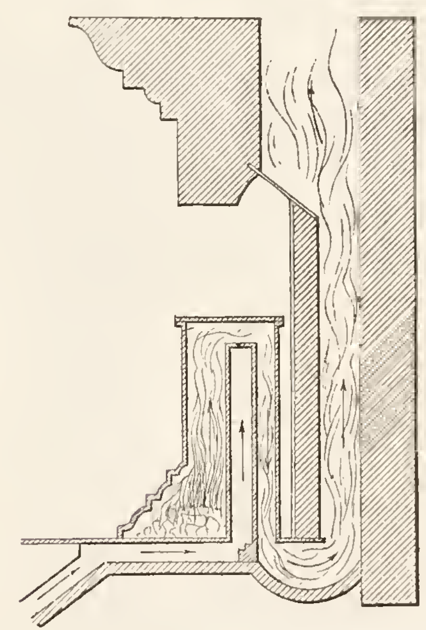


Fig. 126.

Déjà dans une brochure, publiée à Philadelphie en 1744, Franklin écrivait ce qui suit : « Dans les cheminées ordinaires, la plus forte chaleur du feu, qui est à la partie supérieure, monte directement dans le tuyau de la cheminée et se dissipe en pure perte. Le courant d'air qui se forme dans la cheminée est si fort qu'il n'emporte pas seulement la chaleur d'en haut, mais celle des côtés, du derrière et d'en bas. Enfin, celle même que le feu pousse en avant, dont les rayons se portent dans la chambre, est continuellement renvoyée dans la cheminée et chassée vers le tuyau par ce même courant d'air. Mais, dans mon foyer, la chaleur du haut frappe et échauffe la plaque du comble, qui communique sa chaleur à l'air du dessus qui entre dans la chambre. Il en est de même de la chaleur que le feu excite dans les flancs, le dos, le front, etc., de la caisse d'air qui se répand tout entière dans la chambre. »

Ce programme que Franklin se proposait en 1744, il le réalisa par son poêle en fer battu. Mais la fonte seule pouvait résister au feu de

houille que l'on employait alors, et Desarnod parvint seulement en 1789 à obtenir des plaques convenables, qui lui permirent de rendre pratique le poèle de Franklin. Il y ajouta des tubes latéraux, comme on le voit dans la figure 127, pour augmenter le parcours de la fumée.

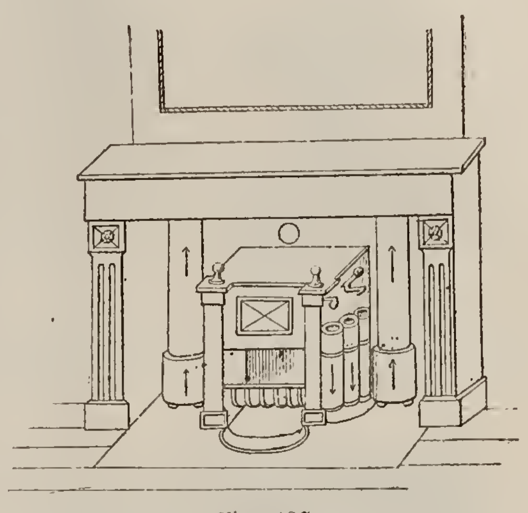


Fig. 127.

C'est le problème de Franklin, tel qu'il l'a posé en 1744 et tel que l'a rappelé dernièrement la Société d'encouragement à Paris, que je me suis, à mon tour, efforcé de résoudre en 1867, comme Desarnod, en renfermant tout mon appareil dans nos cheminées actuelles pour n'en changer en rien l'aspect extérieur. On verra plus loin si j'ai réussi.

Dans son livre qui résume tous les documents de l'époque, Hébrard, après avoir décrit tout au long les cheminées de Gauger, leur reproche trop de complication et propose un appareil beaucoup plus simple (fig. 128), qui est certainement l'un des plus curieux que nous puissions citer, car il est construit d'après les principes les plus rationnels et il renferme, en 1756, des progrès et des dispositions encore en usage aujourd'hui. Il consiste en une double caisse en fer ou cuivre placée au fond de la cheminée et lutée soigneusement avec du plâtre pour fermer hermétiquement tout passage de fumée. La forme en est concave et inclinée en avant : à la partie inférieure A, est l'entrée de l'air neuf; B sont les bouches de chaleur unies par des manchons aux deux côtés de la cheminée; C est un trou de 12 pouces de diamètre pour donner issue à la fumée. Rien n'a été oublié, et l'on a là presque tous les avantages du foyer portatif moderne.

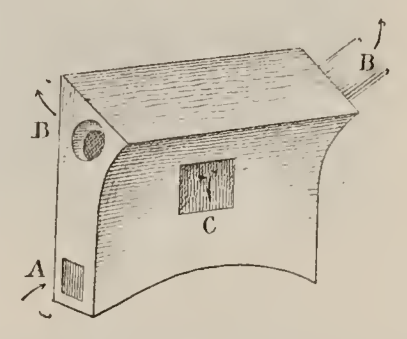
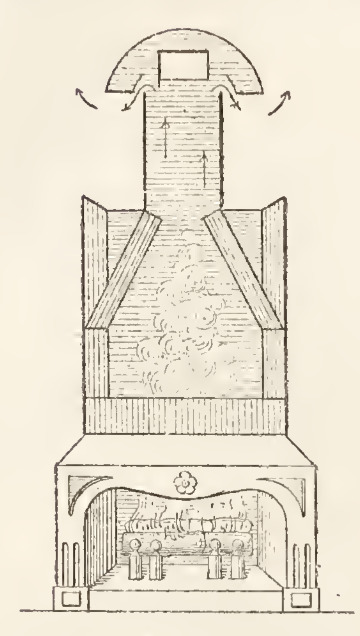


Fig. 128.

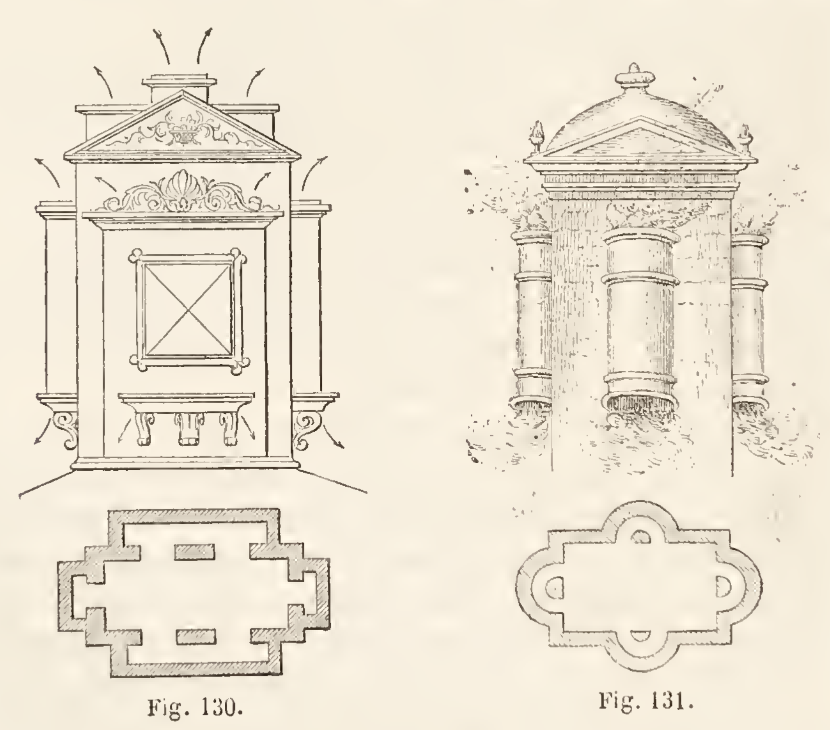
La figure 129 indique un mode de construction fort usité au der-

nier siècle, c'est-à-dire la hotte adossée et terminée au plafond où commençait le tuyau proprement dit : c'est un mode vicieux heureusement abandonné aujourd'hui.


Fig. 129.

Dans son intéressant traité de caminologie, Hébrard nous rappelle les inventions de ses devanciers contre la fumée, entre autres celles de Philibert Delorme pour faire tourner au profit de l'ornementation des palais ces milliers de tuyaux qui déshonorent encore, à l'heure qu'il est, nos monuments. Les figures 130 et 131 représentent le moyen ingénieux employé déjà à cette époque et tristement remplacé aujourd'hui par des lanternes métalliques fondées sur le même principe.

Hébrard nous donne aussi la description d'une cheminée dite « de Nancy » et fort usitée dans cette ville. Là, comme partout, on avait reconnu l'im-


Fig. 130. Fig. 131.

possibilité du chauffage avec les vastes foyers ordinaires et l'on avait

eu l'ingénieuse idée de placer dans les cheminées elles-mêmes une sorte de poêle en tôle ou en cuivre (fig. 132). « Il chauffait considérablement la chambre, puisque la chaleur du feu ne peut sortir par l'ouverture de la cheminée qui est bouchée totalement par une plateforme en tôle coupée exactement suivant l'ouverture de la cheminée et échancrée pour recevoir le petit tuyau de fumée qui doit sortir d'un demi-pied au niveau de la tablette. Au-dessus, on mettra une petite trappe qui ferme en tombant pour empêcher la fumée de refluer vers la chambre. »

En lisant cette description, on y reconnaît aisément tous les appareils modernes dits foyers portatifs à doubles parois que l'on met

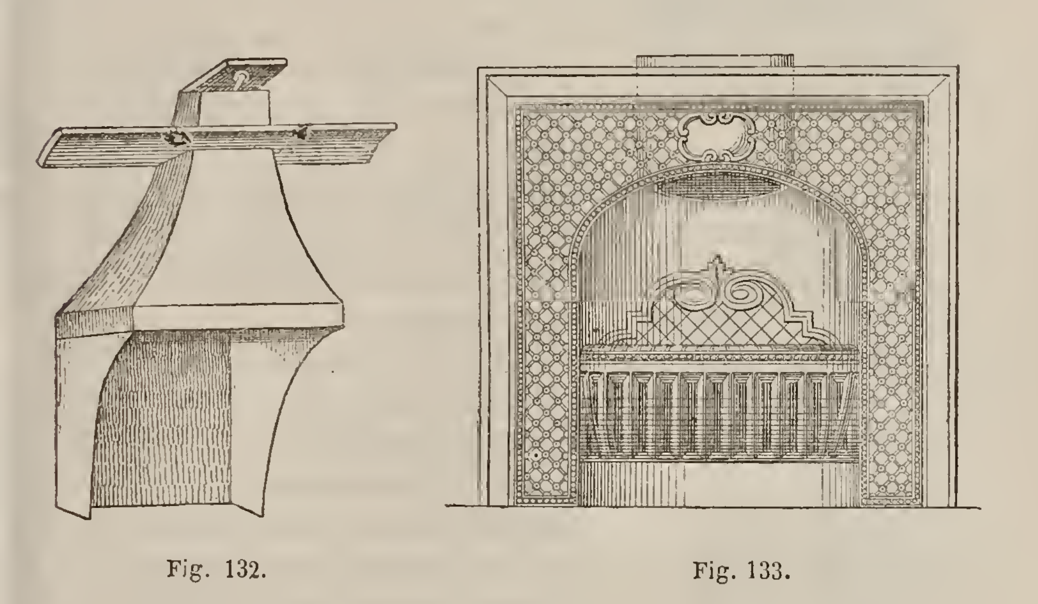


Fig. 132. Fig. 133.

actuellement dans nos cheminées de Paris (fig. 133); sauf la forme et le remplissage sur les côtés avec des plaques de faïence, aucun principe essentiel n'a été ajouté depuis 1756.

C'est de là aussi que datent les cheminées portatives ou cheminées-poêles, dites à la Prussienne (fig. 134), qui sont encore, à l'heure qu'il est, un des moyens de chauffage les plus salubres et les plus économiques, parce qu'elles combinent l'avantage du foyer ouvert avec celui du poêle. Si l'on y ajoute la prise d'air extérieur débouchant sous l'âtre et contournant le derrière et les côtés du foyer, dans de doubles parois, puis le four situé au-dessus, on aura réalisé à peu près tous les progrès modernes, c'est-à-dire : le feu apparent,

un foyer en briques réfractaires, un tablier pour l'allumage, des parois latérales réfléchissantes, une double enveloppe avec circulation de fumée autour du four, prise d'air extérieur, enfin bouches de chaleur latérales et appel suffisant d'air vicié par un tuyau de 0^m, 15 à 0^m,20 de diamètre.

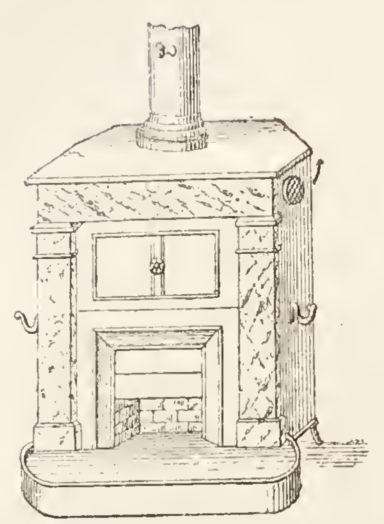


Fig. 134.

Dans l'Encyclopédie publiée à la fin du siècle dernier, Diderot nous apprend que Decotte, architecte du roi, essaya d'introduire sur les cheminées l'usage des glaces, au lieu des lourdes constructions qui les surmontaient: comme toujours, quand on propose ici une chose nouvelle, il éprouva les plus vives résistances, sous prétexte que cela faisait le vide dans les appartements. Que diraient nos Parisiens de 1873, si on les privait aujourd'hui de leur glace, de leur pendule et de leurs vases classiques?

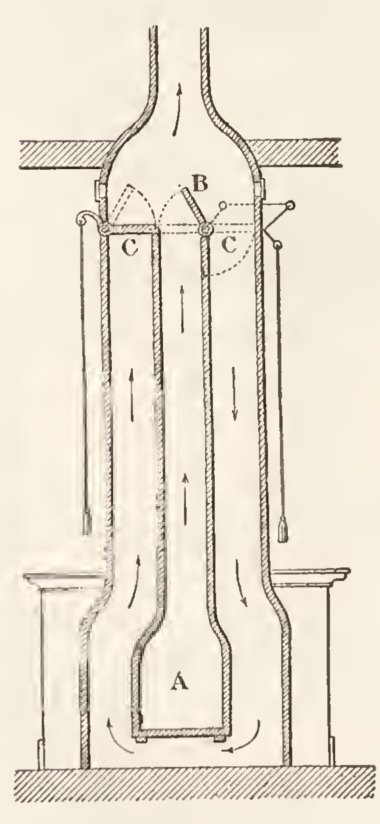


Fig. 135.

En 1763, le marquis de Montalembert, qui avait habité la Suède et la Russie comme ambassadeur de France, nous fit connaître les cheminées russes (fig. 135). Cette disposition, très-ingénieuse, donne, par le tuyau central au-dessus du foyer A, une issue directe à la fumée lors de l'allumage; puis par l'abaissement de la trappe B, et l'ouverture des trappes C, au moyen d'un cordon de tirage, elle force l'air brûlé à circuler de haut en bas et de bas en haut dans tout le coffre de la cheminée.

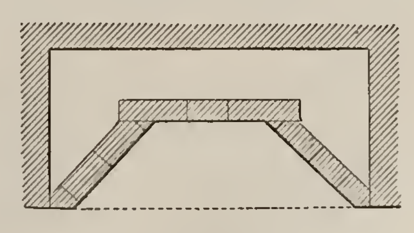
En ajoutant à cet arrangement un tampon de nettoyage dans le haut et une prise d'air extérieur, on peut trouver là une excellente chose à copier dans nos appartements modernes, quand les cheminées sont adossées et

non incrustées dans les murs. Le pigeonnage ou vide du coffre peut s'utiliser ainsi et se remplacer par des surfaces métalliques ou mieux par des plaques de terre cuite au sommet desquelles un cadre en fonte, renfermant les plaques mobiles, vient se sceller avec deux cordons latéraux. Une prise d'air derrière le foyer complète l'appareil garni par devant d'une de nos cheminées ordinaires. On a ainsi les avantages du feu apparent et une énorme surface de chauffe; la glace, isolée du coffre de 1 à 2 centimètres, repose sur la tablette de marbre. C'est là, du reste, la disposition adoptée en Suède actuellement, et il est à regretter qu'elle ne soit pas appliquée ici par nos architectes, puisqu'elle combine nos habitudes de décoration avec une énorme surface de transmission céramique, c'est-à-dire, la moins insalubre.

Nous verrons plus loin ce qu'il y a de mieux à faire quand les tuyaux de cheminée sont incrustés et la tablette de cheminée saillante à l'extérieur.

J'arrive à l'œuvre d'un savant justement populaire qui a joué un grand rôle dans le chauffage domestique et auquel on a attribué à tort ses progrès actuels. Pour moi, ces progrès sont presque tous dus à Gauger.

Dans ses Mémoires, publiés de 1796 à 1802, Rumfort montre un esprit des plus ingénieux pour utiliser le combustible et améliorer le sort des classes pauvres. Nous retrouverons plus tard ses précieuses inventions en parlant des fourneaux de cuisine. Comme toujours, Rumfort, négligeant les travaux de ses devanciers, prit les cheminées de son temps, c'est-à-dire, ces grandes machines carrées, ces gouffres béants où l'on semble n'avoir pour but que de brûler le plus de bois possible pour refroidir la pièce et causer des appels d'air d'autant plus dangereux qu'on est grillé par devant et gelé par derrière. Rumfort fit une chose fort sage, il rétrécit le fond des foyers et la gorge ou le départ de fumée (fig 136) et il inclina à 45° les parois latérales destinées à réfléchir la chaleur rayonnante dans l'appartement. Quelque temps après, Lhomond ajouta un tablier destiné à faciliter l'allumage et à activer la combustion.


Fig. 136.

Malheureusement, Rumfort ne tint pas compte des progrès immenses

faits par Savot et Gauger par l'introduction des chambres de chaleur et l'isolement des foyers du mur, progrès qui avait le triple avantage : 1° d'amener de l'air chaud dans les pièces au lieu de l'air froid des fenêtres ; 2° d'économiser le combustible ; 3° d'assurer un meilleur tirage aux cheminées.

Presque tous les appareils modernes sont, hélas! construits sur les errements de Rumfort.

Pour moi, quand je vois une cheminée sans bouches de chaleur et sans foyer isolé du mur, l'architecte et le propriétaire sont jugés ; on a introduit, il est vrai, de l'air extérieur par des chenets creux ou par les parties latérales, supérieures ou inférieures du foyer, soi-disant pour souffler le feu ; mais cela ne résout la question qu'à moitié et ne fait que donner au foyer un aliment, sans obtenir en même temps une addition de chaleur pour la pièce. D'ailleurs, plus la combustion sera vive, plus la vitesse du courant d'air dirigé sur le feu sera grande : la combustion sera donc d'autant plus excitée qu'elle en aura moins besoin : le contraire arrivera au moment d'allumer le feu, c'est-à-dire, quand le soufflet est le plus nécessaire : tout cela ne prouve que l'ignorance générale de la question.

Pour rendre la chose plus sensible, qu'on suppose un tuyau de 30 centimètres de diamètre par où s'écoulerait, sous une pression continuelle, l'eau d'un vaste bassin : c'est le cas de nos cheminées. Le liquide est ici un gaz brûlé, le tuyau c'est la cheminée, le bassin c'est l'atmosphère. Comment supposer que la pièce s'échauffera tant que le courant existera, et s'il n'existe pas, comment s'alimentera la combustion du foyer? Et si cette combustion est active, ne sera-ce pas accroître le mal, c'est-à-dire le froid qu'on veut éviter?

Après Rumfort, l'un des hommes qui ont le plus vulgarisé les saines notions de chauffage, est le marquis de Chabannes, que des motifs politiques forcèrent à émigrer en Angleterre en 1787 ; il y consacra ses loisirs à l'étude du chauffage et de la ventilation des habitations, et, en 1818, il publia ses ingénieux procédés, tous copiés et imités depuis sous différents noms. Il raconte que souffrant beaucoup du froid sous le climat brumeux de l'Angleterre, il y inventa pour son appartement la cheminée à tubes (fig. 137) et à bouches de chaleur que l'on a tant et si diversement copiée depuis et qui a donné nais-

sance à l'appareil Fondet. La même disposition a été prise par Marc Séguin pour le chauffage des locomotives. Il disposa le même système de multiplication des surfaces de chauffe (fig. 138 et 139) dans les poêles destinés au chauffage des antichambres et des escaliers. Enfin, il appliqua les mêmes principes de tubes nombreux aux grands calorifères de caves. Le chauffage qu'il fit établir à Covent-Garden et que nous étudierons au chapitre des théâtres, est d'autant plus remarquable pour l'époque, qu'on y trouve en germe toutes les dispositions adoptées depuis dans les théâtres modernes. L'esprit ingénieux du marquis de Chabannes s'appliqua également au chauffage des voitures, des chambres à coucher, des navires et des séchoirs. Nous retrouverons, en étudiant l'emploi de l'eau chaude, le système complet actuel du chauffage des vestibules, des bains, etc., par le bouilleur du fourneau de cuisine. En un mot, l'œuvre du marquis de Chabannes réunit à peu près tous les procédés les plus rationnels de chauffage et de ventilation brevetés ou préconisés depuis sous des noms divers.



Fig. 137.

En 1815, M. Cutler, frappé des inconvénients de la fumée, lorsqu'on recharge les foyers de combustible, se fit breveter pour un procédé qui consistait à brûler cette fumée en alimentant le foyer par-dessous. Son appareil consistait en une boîte carrée glissant de bas en haut entre deux guides et mue par deux poulies à manivelle. La boîte, remplie de charbon pour toute la journée, était garnie de barres en avant et le feu s'allumait par-dessus; mais la complication des poulies et la difficulté d'allumage fit bientôt passer de mode cet appareil qui fut renouvelé par le docteur Arnott, en 1835, avec quelques modifications; la boîte à combustible était soulevée par un engrenage manœuvré par

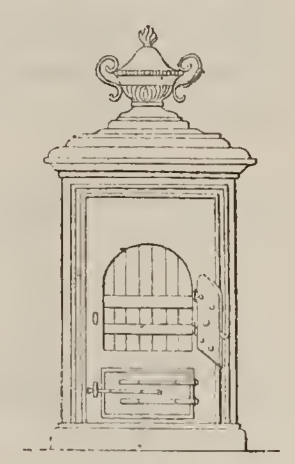


Fig. 138.

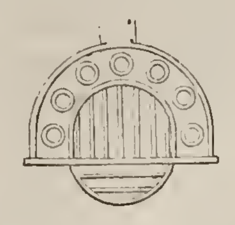


Fig. 139.

le tisonnier. La partie supérieure était rétrécie comme dans nos foyers modernes et renfermait un tablier mobile avec une clef pour régler le tirage. Enfin, en haut du tuyau de fumée et près du plafond, se trouvait une soupape mue par une tige à portée de la main pour faire servir le tuyau à la ventilation de la pièce. On a perfectionné depuis cette cheminée dans quelques-unes de ses parties, mais, comme toutes celles qui offrent une complication quelconque, elle a été peu de temps en faveur à cause de son prix et du soin qu'elle exige de la part des domestiques.

En France, le progrès principal qu'on ait à signaler dans les derniers temps est l'apparition du foyer Fondet, à tubes prismatiques, fort en vogue aujourd'hui; mais il ne peut guère convenir que pour le bois; ses tubes étroits et minces ne laissent pas à l'air un passage suffisant et se brûlent très-vite quand on emploie de la houille.

Il y a mieux à faire comme intérieur de cheminée. Signalons, dès à présent, les deux progrès principaux des appareils de chauffage moderne : 1° la multiplication des surfaces de chauffe et de transmission (fig. 140) par l'addition de lames ou de nervures nombreuses; 2° l'emploi des transmissions céramiques dans les grands chauffages. Nous examinerons ces deux questions avec toute l'attention qu'elles méritent quand nous étudierons les calorifères de caves.

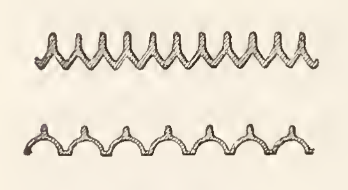


Fig. 140.

Pour compléter cette rapide histoire du chauffage, disons quelques mots de divers appareils que la génération actuelle ne connaît plus que de nom.

Depuis que Lhomond a inventé le tablier mobile dans nos cheminées, le « soufflet » est devenu inutile; c'était l'appendice indispensable pour les vastes foyers ouverts remplis de bois souvent humide. Ces soufflets, qui étaient quelquefois très-richement ornés, ne seront bientôt plus qu'un objet de curiosité comme « les mouchettes » au temps des chandelles de suif. Avec le soufflet a disparu « la bassinoire » de nos pères, qui n'a plus d'emploi depuis que notre linge est mieux blanchi et nos maisons plus saines. Enfin, disons un dernier adieu à l'antique « paravent, » encore si usité en Chine où les maisons ferment mal, mais qui, dans nos petits appartements mo-

dernes, est un embarras. C'était un meuble des plus utiles, quand les chambres mal fermées et les vastes foyers de nos pères donnaient lieu à des courants dangereux ; mais avec nos appareils perfectionnés, tous ces palliatifs encombrants doivent disparaître.

Examinons maintenant rapidement les principaux modes de chauffage actuellement usités chez les peuples civilisés.

ÉTAT ACTUEL DE LA CAMINOLOGIE.

Aux États-Unis, où, dans le nord, les froids sont très-rigoureux et où la maison particulière est construite avec une grande recherche de comfort, chaque famille vit généralement seule. On a de doubles portes d'entrée, un calorifère en sous-sol, et, dans les appartements, à l'est des monts Alleghany, on se chauffe au moyen des foyers anglais à grille, où l'on brûle de l'anthracite, charbon dur, donnant peu de fumée, ayant un pouvoir rayonnant considérable et d'une combustion lente. Dans la vallée du Mississipi, on y brûle les charbons bitumineux et les bois qui y sont en grande abondance.

En Europe, nos pays du Midi, siége de notre ancienne civilisation et aujourd'hui si déchus, en sont encore aux grandes cheminées et à l'insalubre brazero.

Dans les pays du Nord, où le climat rigoureux demande des dispositions exceptionnelles, nous voyons les doubles portes, les doubles fenêtres et les hauts poêles à surface céramique, allumés le matin et donnant toute la journée une chaleur douce, régulière, économique, mais se prêtant moins à nos motifs de décoration d'appartements. Je dois dire, cependant, qu'en Suède, on combine maintenant la cheminée française surmontée de sa glace avec la ventilation renversée déjà décrite par Montalembert (fig. 135). On y a ajouté la prise d'air extérieur et une bouche de ventilation, ce qui complète l'appareil.

Les figures 141 et 142 donnent en plan et en coupe la disposition actuellement la plus employée dans le nord de l'Europe. Il y a presque partout un foyer allongé avec une sortie directe de la fumée pour l'allumage, puis une circulation renversée des gaz brûlés dans des parois céramiques qui occupent toute la hauteur de la pièce. En

8

Russie, le matin, on allume dans ces immenses poêles un grand feu de bois qui est généralement du sapin ou du bouleau; quand la combustion est terminée et qu'il ne reste plus que du charbon, on bouche

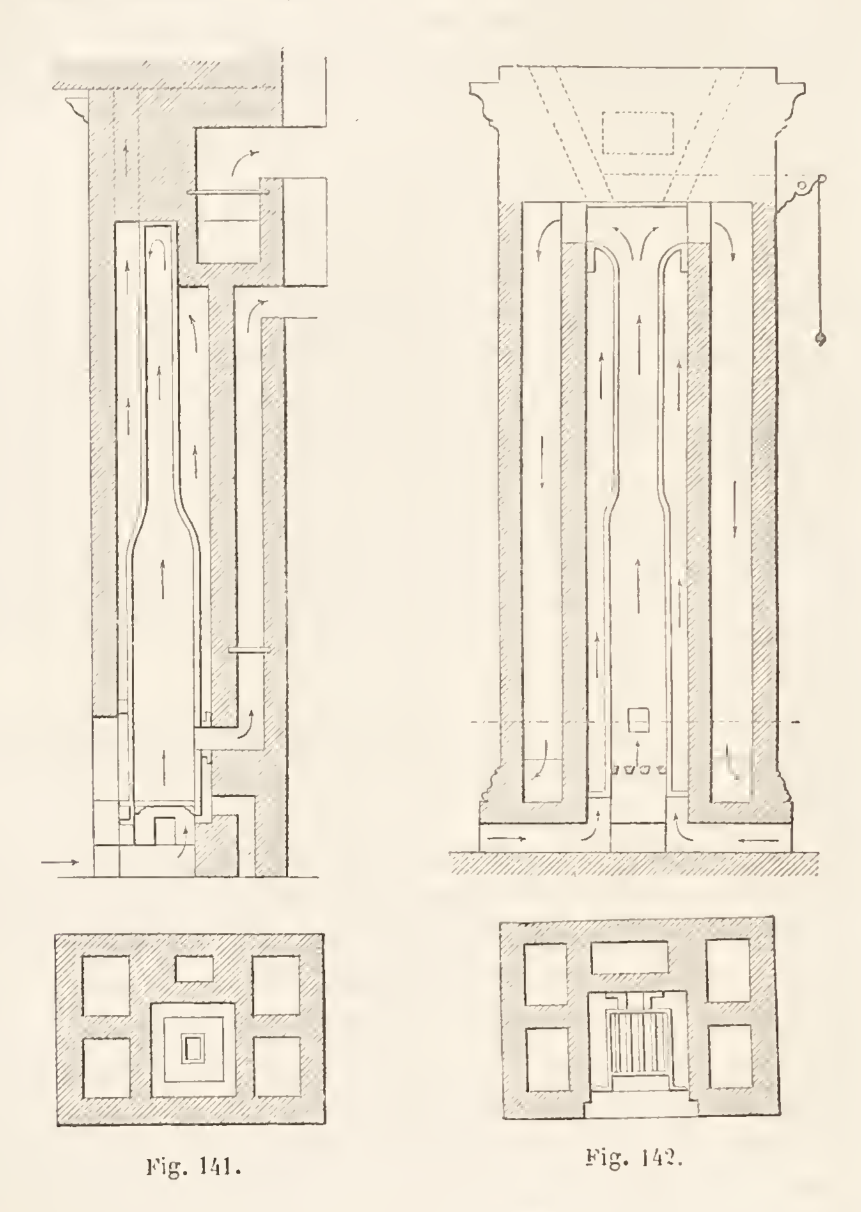


Fig. 141. Fig. 142.

l'issue de la fumée et l'on enferme la chaleur qui dure ainsi toute la journée.

Il y a des motifs sérieux pour que ce mode de chauffage ne soit jamais en faveur chez nous. En effet, un climat qui, pendant plusieurs mois de suite, expose les habitants à des froids de 20 à 30°, exige de vastes poêles et des appartements avec doubles portes et doubles

fenêtres. L'air y est souvent impur et la ventilation presque nulle. Mais, on préfère cet inconvénient aux souffrances causées par la rigueur de la température extérieure. N'oublions pas que si les poêles du Nord excellent comme appareils de chauffage, cela tient surtout à ce qu'ils ne donnent aucune ventilation et à ce que les portes et les fenêtres sont closes avec un soin inconnu chez nous.

A ce point de vue, l'homme, qui est un fourneau vivant, peut servir de poêle au besoin : enfermez-le entre quatre murs avec des aliments suffisants, il chauffera la pièce où il se trouve ; mais, en même temps, il en empoisonnera l'atmosphère : c'est ce qu'on observe dans les étables mal ventilées, où la présence des animaux suffit pour élever la température.

Chez nous, où le climat est très-variable, nous avons à peine en hiver quelques jours de froid très-vif, c'est-à-dire, de 10 à 15°, en sorte que le foyer découvert, qui permet à chacun d'activer ou de ralentir le feu à son gré, qui est un excellent moyen de ventilation, un lieu de causeries et de réunions intimes pendant les sombres nuits d'hiver, ce foyer, dis-je, sera bien difficilement remplacé; ce qu'il y a de mieux à faire est de le perfectionner au point de vue de l'hygiène et de la dépense.

On est parfaitement d'accord sur ses inconvénients principaux; il ne sert qu'à chauffer certaines portions d'une habitation; il demande un entretien et une attention fréquentes; les pièces sont chauffées d'une manière très-inégale; on n'a chaud qu'auprès du foyer; on est souvent grillé par devant et gelé par derrière; la température est plus élevée près du plafond que près du plancher; enfin, souvent les cheminées fument, etc. : mais, nous verrons plus loin comment on peut parer à tous ces inconvénients.

Dans l'Allemagne du nord, outre le chauffage par les vastes constructions de faïence dont nous avons donné plus haut les plans, on se sert en Prusse de poêles de fonte (fig. 143), qui pèchent par la forme et par le goût dans l'ornementation, mais qui sont remarquables par leur fini et par la perfection du travail. Les fers de Berlin sont d'une finesse extrême, et on ne peut leur comparer en France que les fontes du Nord pour la pureté et la netteté des détails.

Dans l'Allemagne du sud, l'usage des poêles de faïence est assez général, et ils ont presque tous la disposition à circulation de fumée

qui, en somme, rappelle beaucoup le poêle de Keslar (fig. 107). En Autriche, les appareils de fonte (fig. 144), à l'imitation des poêles modernes, commencent maintenant à être en faveur à cause de leur

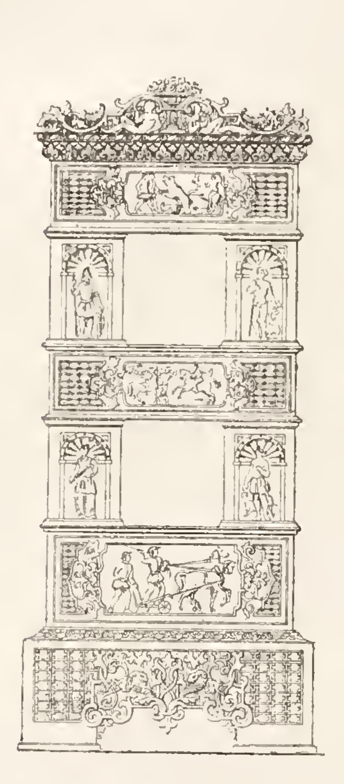


Fig. 143.

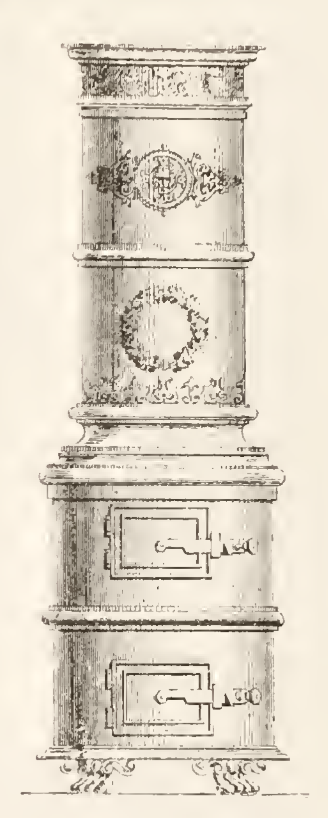


Fig. 144.

mobilité et du peu de place qu'ils nécessitent; quant aux cheminées à la française, on ne les rencontre encore que chez les classes riches.

En somme, lorsqu'on étudie le chauffage des peuples du Nord, on voit que ce qui a distingué de tout temps leurs appareils des nôtres, c'est l'utilisation de la fumée dans des contours multiples avant sa sortie dans la cheminée.

Avec la cherté croissante du combustible, nous serons chez nous, un jour ou l'autre, obligés d'en venir là : ce n'est qu'une question de temps, et nos descendants s'étonneront bien de nous voir garder si longtemps le procédé barbare de nous geler par derrière et de nous griller par devant en jetant notre argent sur le toit sous forme de fumée.

En Angleterre, où l'usage de la houille est universel et où la fumée

des foyers empoisonne l'atmosphère et donne aux monuments cet aspect particulier qui frappe les étrangers, on a proposé depuis un siècle une infinité de moyens pour perfectionner la grille classique que nous connaissons (fig. 145). Les ouvrages spéciaux si nombreux à Londres et le rapport à la Chambre des Communes publié en 1857, par ordre du Parlement, mentionnent une partie des brevets pris dans les derniers temps. Le but, cherché par les inventeurs, a été 1° d'utiliser, le plus possible, par des surfaces polies le grand pouvoir rayonnant de la houille; 2° d'alimenter le foyer par dessous, de manière à brûler la fumée. On a négligé deux choses très-importantes: l'emploi de chambres de chaleur tout autour du foyer et l'utilisation de la fumée. En somme, l'Angleterre est encore l'un des pays où l'art du chauffage est le plus avancé et où l'art de la ventilation des mines, des hôpitaux et des habitations a été, de la part des particuliers et du gouvernement lui-même, l'objet des recherches les plus sérieuses. Pourquoi à Londres, comme en Belgique, cherche-t-on seulement à utiliser le rayonnement dans les foyers? C'est à cause du bas prix du combustible et de son grand pouvoir rayonnant. Aussi, les foyers se composent-ils presque tous d'une grille assez étroite entourée et surmontée de plaques métalliques polies bien disposées pour le rayonnement. La face extérieure est arrondie et par conséquent bien plus rationnelle que celle de nos cheminées. On continue chez nous, par routine, à préférer, pour les foyers, la forme carrée qui donne passage par les angles supérieurs à une grande quantité d'air dont l'effet est de diminuer le tirage et de refroidir la pièce.

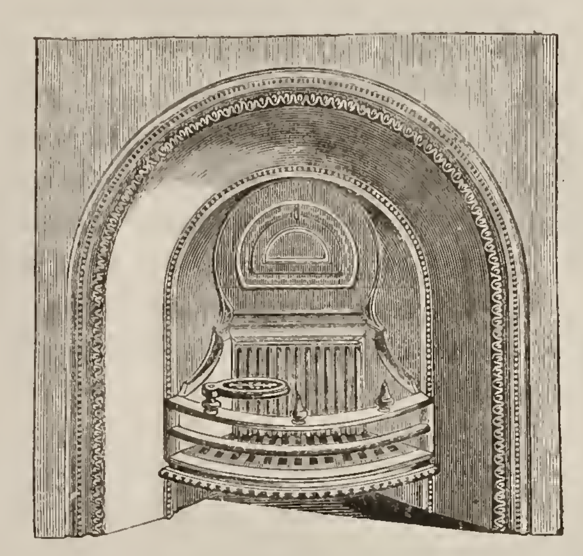


Fig. 145.

Ce qui manque surtout aux cheminées anglaises, c'est l'isolement du foyer du mur, la prise d'air extérieur et l'utilisation de la fumée. Généralement dans les nouveaux appareils, le départ de fumée a lieu

par le fond; il en résulte que la flamme forme un angle de 45° qui prouve d'une manière évidente la rapidité et la force du courant : c'est le contraire qu'il faut chercher à obtenir, c'est-à-dire que la partie supérieure du foyer doit être inclinée en avant pour mieux réfléchir la chaleur dans la pièce.

En France, l'usage du bois est encore assez général; mais, vu son prix élevé, le coke et la houille entrent chaque jour pour une plus grande part dans la consommation des ménages et bientôt le bois ne s'emploiera plus que pour les classes riches. Ici, comme en Angleterre, on a fait de grands efforts pour économiser le combustible, et il n'est pas d'un médiocre intérêt de voir combien les inventeurs, ne se donnant pas la peine d'étudier ce qui avait été trouvé et appliqué avant eux, ici ou ailleurs, ont fait breveter, les uns après les autres, les mêmes idées.

Il ne faut jamais oublier que tout appareil domestique doit avant tout être simple, économique, facile à nettoyer et à inspecter, sans exiger des ouvriers spéciaux ou des réparations fréquentes ou coûteuses. Je passe donc sous silence une foule d'inventions soi-disant modernes, plus ou moins brevetées, qui se copient les unes les autres et qui sont tombées dans l'oubli, les unes par leur complication, d'autres par leur aspect peu élégant, presque toutes par la difficuté de ramonage.

Les procédés de chauffage varient nécessairement suivant les combustibles et les pays. Chez nous, par exemple, où le climat est très-variable et présente de Lille à Marseille des différences sensibles, soit dans la température, soit dans le prix du combustible, on peut dire que, depuis la modeste chaufferette qui sert aux classes pauvres à métier sédentaire, jusqu'aux grandes installations à vapeur, on emploie actuellement tous les moyens connus de chauffage. Nous allons les examiner successivement, en signalant les avantages et les inconvénients de chacun d'eux; puis, nous résumerons cette étude en indiquant les appareils que nous croyons les plus rationnels suivant l'usage auquel ils sont appliqués. En principe, il faudra toujours les considérer à un double point de vue : sous celui de la salubrité d'abord et avant tout, puis sous celui de l'économie.

Pour chauffer l'air dans les lieux habités, on peut employer :

1° Les foyers ouverts ou les *cheminées*, qui n'utilisent généralement que la chaleur rayonnante du combustible;

2° Les *poêles* de diverses matières, faïence, tôle ou fonte, placés ordinairement dans les pièces à chauffer ;

3° Les *calorifères à air*, destinés à chauffer l'air pris à l'extérieur et à l'envoyer dans les pièces où il doit être utilisé ;

4° Les *calorifères à eau chaude* à air libre, ou à haute pression, avec foyer extérieur et circulation dans des tuyaux placés dans les pièces. A ce système peuvent se rattacher les *hydro-calorifères*, où l'air chauffé au contact d'appareils à eau chaude placés en sous-sol, s'élève et se distribue comme dans les calorifères ordinaires ;

5° Les *calorifères à vapeur* à haute ou basse pression, avec tuyaux de circulation ou serpentins dans les pièces. On les combine quelquefois avec les poêles à eau chaude ;

6° Le *chauffage par le sol*, comme chez les Chinois et les Romains ;

7° Enfin le *chauffage par le gaz d'éclairage*, qui est une invention toute moderne.

DES CHEMINÉES.

Le mot cheminée en français s'applique indistinctement au foyer proprement dit, à l'appareil en marbre ou autre matière qui le surmonte et l'enveloppe, enfin au tuyau de fumée lui-même.

Déjà, dans le cours de cet ouvrage, en étudiant l'histoire du chauffage, nous avons signalé les inconvénients et les avantages de la cheminée moderne. Son importance pratique est telle que les savants les plus distingués comme les praticiens les plus modestes ont cherché de tout temps à la perfectionner, et c'est par centaines qu'on peut compter les brevets d'invention pris pour les mêmes idées. En effet, la cheminée est un appareil qui se compte par centaines de mille dans l'Europe occidentale et qui malheureusement, presque partout encore, n'utilise que 5 à 10 pour cent du combustible. Je ne sais pas ce qu'il y a de vrai dans l'histoire des Danaïdes, mais, à coup sûr, nous n'avons pas à chercher bien loin des exemples. La ville de Paris, avec ses 68 000 maisons et ses 130 ou 140 000 cheminées, nous donne un nombre à peu près égal de tonneaux des Danaïdes ; seulement, au lieu d'eau, c'est de l'air chaud que nous y mettons et que nous envoyons dans les nuages. Aussi, peut-on dire que le problème résolu par la cheminée est d'envoyer sur le toit sous forme de fumée le plus d'argent possible. Dans la seule ville de Paris, on importe annuellement

500 000 stères de bois de chauffage, sans compter le coke, la houille et les autres combustibles qui entrent maintenant si largement dans la consommation pour divers motifs de convenance et d'économie. C'est par conséquent, pour le bois seul, environ 25 millions de francs, dont 8 à 10 pour 100, soit deux millions, à peu près, ont servi au chauffage. Les 23 autres millions disparaissent dans l'atmosphère sans profit pour personne. Apporter un perfectionnement notable à un appareil qui sert aujourd'hui à plus de 50 millions d'hommes est à coup sûr chose désirable. C'est le but que se sont proposé bien des ingénieurs depuis 50 ans; mais, à vrai dire, en fait d'inventions nouvelles, personne n'a rien trouvé depuis Gauger, c'est-à-dire depuis un siècle et demi, et l'on ne peut guère se flatter de créer quelque chose d'entièrement neuf, tant qu'on ne changera pas nos combustibles ordinaires. Tout ce qu'on peut espérer, c'est de combiner d'une manière plus scientifique et plus rationnelle les éléments connus jusqu'alors.

On a souvent cherché à supprimer la cheminée dans nos appartements modernes; mais de longtemps on ne la remplacera par le chauffage triste et peu salubre des peuples du Nord. En effet, c'est un véritable meuble qui tient peu de place; c'est au besoin un objet d'art et un motif de décoration et d'utilité; il sert à supporter la glace, la pendule, des vide-poches et une foule d'autres objets. Le feu apparent qu'on y fait est une société, une occupation pour le rêveur. Le foyer est un lieu de réunions, de conversations intimes; depuis des siècles, c'est un centre de famille, c'est en même temps un excellent appareil de ventilation. De longtemps, on ne le remplacera pas, si ce n'est dans les bureaux et les ateliers. Il faut donc malgré ses inconvénients, qui consistent à faire un appel d'air immodéré et à déterminer une ventilation dix fois plus forte que nos chambres ordinaires ne la réclament, il faut, dis-je, prendre la cheminée comme elle est, la perfectionner, et, s'il se peut, faire en sorte qu'elle combine les avantages du poêle comme économie de combustible avec ceux des foyers apparents, dont le calorique rayonnant exerce sur nos organes une influence inexpliquée jusqu'alors, mais en tout cas des plus salubres et des plus hygiéniques.

Parmi tous les appareils employés à Paris dans les derniers temps, celui de Fondet est évidemment le plus en faveur, si ce n'est un des meilleurs. Il est la reproduction, mais avec un plus grand nombre

de tubes, des foyers employés vers la fin du siècle dernier et est composé de plusieurs tuyaux ronds et verticaux de 0m,06 à 0m,08 de diamètre, communiquant par leur base à une prise d'air extérieur et par leur sommet à un T terminé par deux bouches latérales. L'appareil Fondet actuel est composé de plusieurs rangs de prismes, autour desquels circule la fumée; il réalise et applique, dans nos foyers domestiques, l'idée du marquis de Chabannes appliquée par Marc Séguin aux chaudières tubulaires des locomotives; mais, comme toute médaille, il a son revers, il n'utilise ni les parois latérales, ni la partie supérieure des cheminées; on néglige souvent de l'accompagner d'une trappe; en outre, la fonte est en contact direct avec la flamme et quand la combustion est très-active, l'air fourni par les bouches en sort souvent carbonisé. Il circule aussi moins rapidement dans les tubes du milieu à cause du tampon de nettoyage qui est au-dessous et il en résulte que ces tubes les plus exposés au feu se brûlent très-promptement. Il reste encore un grand progrès à faire, c'est l'emploi de la partie supérieure du foyer, c'est l'utilisation de la fumée dans la partie vide de nos cheminées entre le dessus du rideau et la tablette. On a toujours pris la chaleur là où il y en avait le moins, c'est-à-dire en bas, à droite, à gauche, par derrière, partout, excepté là où il y en a le plus, je veux dire *en haut* du foyer. En effet, si vous placez la main latéralement contre un corps en ignition, vous pourrez l'approcher relativement assez près : mettez-la au-dessus du même corps, il faudra l'éloigner considérablement pour supporter sa chaleur. C'est ce principe de l'ascension de la flamme et de la chaleur qu'elle développe qu'il faut utiliser dans nos appareils, comme l'a fait si justement observer Franklin.

Lorsque dans les maisons à loyer, un locataire veut améliorer son chauffage sans toucher aux cheminées existantes, il est d'usage maintenant à Paris d'adapter dans le foyer une petite cheminée portative dite « à la parisienne » dont nous avons déjà parlé fig. 133 et qui combine, dans une certaine mesure, les avantages des foyers ouverts avec ceux des poêles. Ces appareils, où l'on brûle surtout le coke ou la houille, ont pour effet d'activer le tirage à cause du rétrécissement supérieur et d'envoyer dans la pièce la chaleur transmise par les parois postérieures. Il est inutile d'ajouter qu'il faut luter exactement l'entrée du tuyau de fumée dans la cheminée pour en isoler la chambre de chaleur.

Tout le monde sait qu'un foyer ordinaire d'appartement peut déterminer par son tirage une évacuation de 800 à 1000m cubes d'air par heure; malheureusement, c'est le rôle principal de nos cheminées. En effet, cette évacuation d'air à l'extérieur et par conséquent le refroidissement des pièces sont d'autant plus considérables que le chauffage fonctionne avec plus d'activité. Rarement les prises d'air extérieur qu'on a ajoutées, dans des systèmes de tuyaux plus ou moins contournés, sont suffisantes pour alimenter la combustion et pour remplacer l'air ascendant du tuyau de fumée; ce sont toujours les portes et les fenêtres qui viendront donner le complément d'air indispensable. Si l'on pouvait voir dans l'air comme on lit dans un livre, et on peut le faire par des observations thermométriques à différentes hauteurs, on reconnaîtrait que l'atmosphère d'une pièce se compose de couches successives froides en bas, tièdes au milieu et chaudes au plafond; on verrait nos pieds dans un courant bien ventilé, mais froid, tandis que notre tête se trouve dans un milieu plus chaud mais insalubre. Nos foyers ordinaires ont en outre le double inconvénient de recevoir l'air pour la combustion par devant, au lieu de le recevoir en dessous et, de plus, d'admettre aux angles supérieurs du foyer une grande quantité d'air non brûlé qui ralentit le tirage, tandis que tout l'air ascendant de la cheminée devrait avoir auparavant passé sur le combustible.

Pour rendre la chose plus sensible, qu'on suppose deux foyers de même forme, fig. 146 et 147, dont l'un est ouvert par devant et l'autre par dessous. Dans le premier cas, qui est celui de nos cheminées, on voit qu'on n'utilise guère que la chaleur rayonnante et encore d'un seul côté; de plus, une grande quantité d'air appelé de A en B, vient s'engouffrer dans la cheminée, sans autre effet que de refroidir la fumée, de ralentir le tirage et de ventiler l'appartement. Dans le second cas, qui est celui des poêles ordinaires isolés dans les pièces, toutes les surfaces sont utilisées pour transmettre la chaleur, tout l'air extérieur passe à travers le combustible, mais la ventilation est moindre. C'est ici le cas de rappeler que l'effet de la

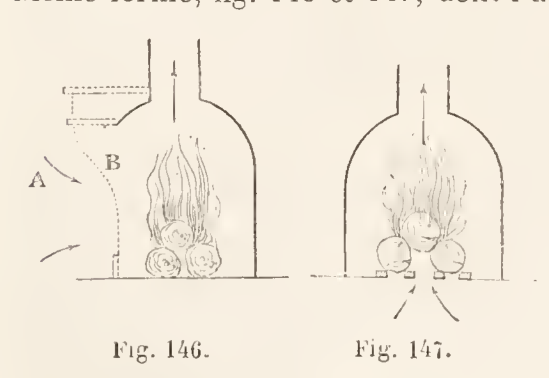


Fig. 146. Fig. 147.

chaleur par rayonnement n'est pas le même que celui que produit la transmission du calorique par des parois métalliques. Rien ne nous prouve que l'air chauffé au contact des plaques de fonte ne subisse pas d'altération au point de modifier ses propriétés vivifiantes. Nos savants prétendent que la fonte surchauffée est perméable à l'oxyde de carbone, c'est-à-dire, à l'un des gaz les plus délétères. Quand donc la question d'économie sera sur le second plan, conservons nos feux apparents, malgré leurs inconvénients et tâchons de les perfectionner.

L'expérience a suffisamment démontré qu'un appareil de chauffage pour être à la fois gai, salubre et économique, doit réunir les conditions suivantes :

1° Il faut, pour satisfaire à nos habitudes, que le foyer soit découvert ou fermé à volonté par une porte ou tablier qui sert à faciliter l'allumage. Tout le monde a observé qu'un feu vif et petillant, à l'instar du soleil, donne la gaieté et la vie et exerce sur nos organes une action bienfaisante. Que cette vue du feu soit un besoin factice ou réel, peu importe ; pour moi, je crois qu'il y a là un instinct fondé sur de bonnes raisons physiologiques. On a sacrifié jusqu'à présent à ces raisons 85 à 90 pour 100 du combustible ; cherchons à en économiser une partie et à combiner l'économie du poêle avec la gaieté et la salubrité de la cheminée.

2° Il faut qu'on puisse brûler à volonté, dans le foyer, du coke, du bois ou de la houille, par une simple modification de la grille.

3° Il faut réduire au minimum l'air appelé de l'extérieur et le faire passer le plus possible, non au-dessus, mais à travers le combustible : cet air doit avoir été préalablement chauffé autour du foyer. Il doit avoir circulé dans la pièce et servir à la fois à la ventilation et au chauffage.

4° La section des ventouses doit être combinée de telle sorte que l'air neuf introduit fasse équilibre avec l'air ascendant de la cheminée. Les fenêtres ne doivent servir que pour l'admission de la lumière dans la pièce et les portes pour l'entrée des habitants de cette pièce.

5° Il faut que l'appareil renvoie dans la chambre la plus grande somme possible de calorique rayonnant. Ainsi, dans la fig. 148, on voit que les rayons A jusqu'à E sont presque perdus pour la pièce qui n'utilise directement que les rayons F, G, H ; au contraire, par l'inclinaison de la plaque du fond, fig. 149, un bien plus petit nombre de rayons calorifiques est dirigé dans la cheminée.

6° Il faut que l'air neuf vienne envelopper complétement et librement l'appareil, en allant s'échauffer en bas, à droite, à gauche, derrière et surtout *en haut* du foyer, c'est-à-dire là où la chaleur est la plus intense.

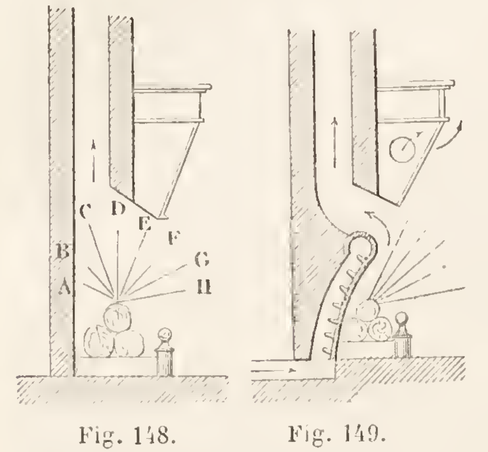


Fig. 148. Fig. 149.

7° Il faut adopter une disposition qui puisse, à volonté, utiliser dans la fumée toute la chaleur qui n'est pas strictement nécessaire pour le tirage et pour la ventilation.

8° Il faut que la sortie de cette fumée et l'introduction de l'air neuf soient à la portée de la main par des trappes mobiles, faciles à mouvoir et à contrôler.

9° Il faut que toutes les surfaces donnant passage à la suie et aux cendres soient planes et faciles à nettoyer.

10° Enfin, il faut que l'appareil soit simple, économique, et surtout d'un ramonage facile; c'est l'absence de cette dernière condition qui a fait tomber dans l'oubli une foule d'inventions ingénieuses.

Pour satisfaire à ces conditions, on devra ramener le feu en avant, comme dans les cheminées anglaises, pour réduire la profondeur du foyer et augmenter le champ circulaire du calorique rayonnant ; on inclinera à 135° les deux parois latérales construites en matériaux blancs et polis; on arrondira les angles supérieurs du foyer qui donnent inutilement passage à l'air froid sans passer sur le combustible; on réglera l'ouverture du tuyau de la cheminée par un registre mobile : de cette manière, on diminuera beaucoup les chances de retour de fumée ; en effet, cette fumée est un serpent qu'il faut étouffer en naissant, un ennemi qu'il faut attaquer à son entrée, plutôt qu'à sa sortie. Elle provient, la plupart du temps, ou d'une combustion incomplète, ou de la disposition vicieuse des portes, ou d'une communication de plusieurs tuyaux déversant leur fumée dans un même conduit, ou d'un foyer trop ouvert, ou d'un orifice de cheminée trop large, mais, surtout, d'un manque d'aliment à la combustion, c'est-à-dire de ventouses convenables. Je suis convaincu que si nos cheminées étaient pourvues de prises d'air suffisantes, les neuf dixièmes

des tuyaux métalliques qui déshonorent les toits de nos villes pourraient disparaître à l'instant sans inconvénient.

CHEMINÉE PERFECTIONNÉE.

Système V. Ch. Joly.

Maintenant que nous avons étudié la cheminée d'appartement dans son histoire, dans ses inconvénients et ses avantages, maintenant que nous connaissons les conditions qu'elle doit remplir, au double point de vue de la salubrité et de l'économie, appliquons nos principes à l'examen d'un appareil moderne que j'ai perfectionné dans le but de satisfaire à tous les besoins et de résoudre le problème suivant indiqué par Franklin en 1744, puis renouvelé par la Société d'encouragement à Paris : « Combiner les avantages que présentent les feux apparents avec ceux des poêles de différents genres, et obtenir, à l'aide de l'appareil de chauffage proposé, l'évacuation de l'air vicié, l'introduction d'un volume équivalent d'air nouveau, à une température modérée, n'excédant pas 40 à 50°, en même temps qu'un emploi économique du combustible. »

Les figures 150, 151 et 152 indiquent les progrès que j'ai réalisés, en combinant le feu apparent, le renouvellement de l'air, la facilité de nettoyage, l'utilisation en tout sens du calorique rayonnant du foyer, c'est-à-dire, l'emploi des surfaces inférieure, latérales, postérieure et supérieure, en sorte de donner à l'issue de la fumée une ouverture proportionnée au foyer pour utiliser à sa sortie la plus grande partie de l'air brûlé et augmenter à volonté la surface de chauffe.

La grande différence qui distingue l'appareil en question de ceux qui l'ont précédé, c'est que celui-ci fait passer la fumée à l'intérieur des tuyaux, tandis que dans les autres dispositions, la flamme et la fumée vont entourer et lécher les surfaces de chauffe. Le ramonage est bien plus facile, l'air circule plus librement; il peut y avoir ainsi un accroissement indéfini des nervures et des surfaces de transmission de chaleur dans les parties parcourues par l'air pur et non sujettes à engorgement.

Expliquons en quelques mots la construction de l'appareil.

En premier lieu, blâmons énergiquement les architectes, et c'est encore le grand nombre, qui dressent leurs plans sans s'occuper ni du chauffage, ni de la ventilation, ni de la distribution des eaux.

Quand les plans sont faits, quand les solives en fer des planchers sont posées de manière à rendre imparfaites ou insuffisantes les prises d'air, on appelle le fumiste et le plombier qui s'arrangent comme ils peuvent et font la plupart du temps une mauvaise besogne, perçant de gros murs, surélevant les cheminées avec d'horribles tuyaux de toutes formes et déshonorant l'aspect de nos monuments eux-mêmes, comme on peut le voir en regardant Paris du haut des tours Notre-Dame. Des manchons de fonte, placés aux angles des murs pendant la construction, causent bien peu de dépenses et rendent tout facile pour la pose et les réparations des conduites d'eau et de gaz.

Revenons à nos prises d'air. Là commence le mal ; elles sont toujours trop étroites : elles ont généralement $0^m,20$ sur $0^m,10$. Quand on a défalqué de ces deux décimètres le cadre de la grille et les ornements en fonte qui la croisent, il reste à peine la moitié comme ouverture réelle pour suffire à l'aspiration active d'une cheminée de $0^m,30$ de diamètre. D'où viendra la différence pour alimenter le foyer? Évidemment des fissures des portes et des fenêtres, c'est-à-dire, de la partie la plus désagréable de la pièce. En deuxième lieu, le passage de ces prises d'air est souvent engorgé ou resserré dans les coudes ; quand il en est ainsi, il y a avantage à placer entre les lambourdes une conduite en tôle pour élargir l'arrivée de l'air et diminuer les frottements.

Supposons cet air provenant d'un lieu convenable et débouchant en suffisante quantité au bas du foyer par une ventouse dirigée en avant sous la plaque d'âtre A dans la chambre de chaleur C. B est une coquille en fonte formant réflecteur et disposée avec rétrécissement, de manière à assurer un bon tirage aux plus mauvaises cheminées. La surface intérieure est lisse, pour éviter tout engorgement, tandis qu'à l'extérieur, elle est ondulée et munie de lames ou nervures nombreuses recourbées en forme de dôme pour multiplier les surfaces de transmission, là où la chaleur est la plus intense, c'est-à-dire du haut du foyer. J'ai donné à la coquille une forme qui lui permet de recevoir des chenets ou une grille pour qu'on puisse y brûler à volonté du bois, du charbon de terre ou du coke. Il est in-

Fig. 150.

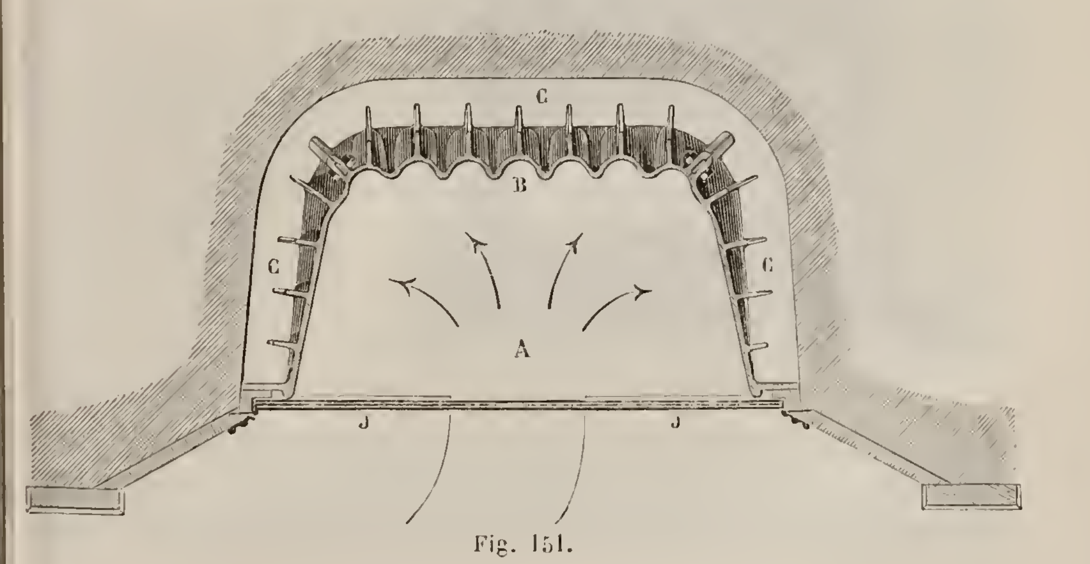


Fig. 151.

dispensable, surtout dans les maisons à loyer, que les appareils conviennent à tous les combustibles, sans dégradation de foyer et sans changement aucun pour le propriétaire ou le locataire. Un cadre en fonte D vient s'emboîter sur la coquille B et supporte une trappe E à fermeture conique. Dans la feuillure supérieure, viennent se poser les tuyaux de tôle J ou le tambour F destiné, comme dans les étuves de poêles de faïence, à utiliser la chaleur perdue de la fumée. Les

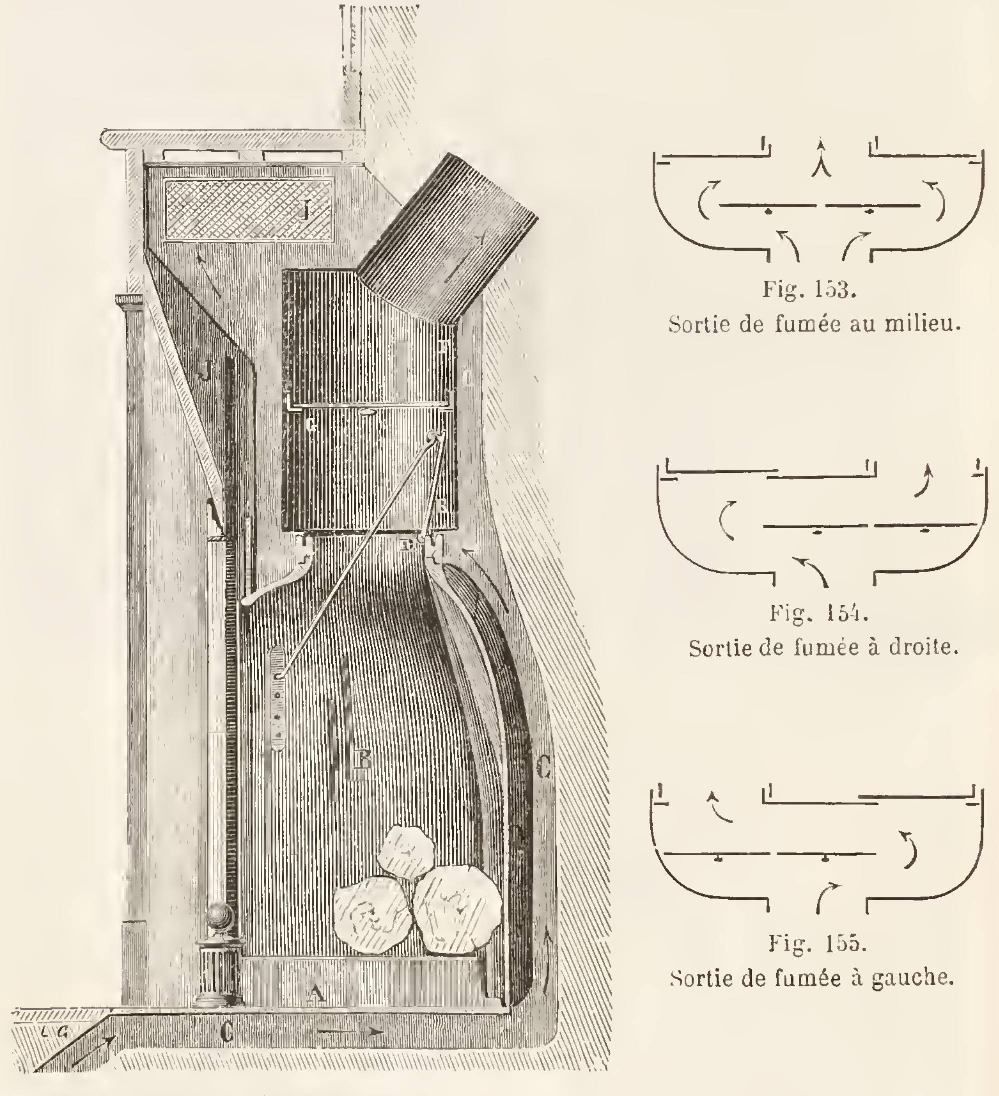


Fig. 152.

Fig. 153.
Sortie de fumée au milieu.

Fig. 154.
Sortie de fumée à droite.

Fig. 155.
Sortie de fumée à gauche.

tambours (fig. 153, 154 et 155) sont fermés par une buse de sortie et par deux plaques mobiles qui forment couvercle et qui permettent de diriger la fumée à volonté, suivant la position des tuyaux dans

les murs. I est la bouche de chaleur placée, non pas à 0m,60 du sol, comme à l'ordinaire, mais sous la tablette, au-dessus d'une plaque de tôle qui ferme par devant la chambre de chaleur C. J'ai laissé à dessein dans cette chambre un libre passage à l'air, le but de tout chauffage rationnel étant de procurer un grand renouvellement d'air à une température moyenne, plutôt qu'une petite quantité d'air très-chaud, mais desséché et carbonisé. Un rideau ordinaire, fixé à l'intérieur, facilite l'allumage et cache le foyer pendant l'été; enfin, le simple déplacement de la chicane G, glissant sur coulisse, permet un ramonage direct sans démonter en rien l'appareil. Quand il y aura impossibilité d'avoir une prise d'air extérieur, on fera arriver l'air de la pièce sous l'âtre par une grille placée latéralement dans la plinthe ; il y aura aussi chauffage et ventilation, mais le renouvellement de l'air aura lieu par les fissures des portes et des fenêtres, ce qu'il faut toujours éviter. En cas que, pour un motif quelconque, on ne veuille ou l'on ne puisse pas poser le tambour supérieur, on devra toujours employer le foyer seul qu'on réunira au tuyau de fumée par un manchon, en isolant avec soin la chambre de chaleur.

Sans doute, les premiers frais d'installation d'un tel appareil sont un peu plus élevés, mais, après quelques semaines, on aura retrouvé ses débours, on aura eu un chauffage rationnel et économique, et l'on aura évité pour l'avenir une dépense de combustible qui se renouvelle tous les jours.

L'idée des tuyaux ou d'un tambour au-dessus d'un foyer n'est pas nouvelle; mais, jusqu'à présent, dans la plupart des appareils, on faisait passer la fumée à l'entour et non à l'intérieur, ce qui rendait le ramonage bien moins complet, moins facile, et ne permettait pas d'augmenter à volonté la surface de transmission, comme on l'obtient avec des nervures dans la chambre de chaleur sans embarrasser le passage de la fumée. Une des économies les plus saillantes de cet appareil est l'utilisation de la partie supérieure de la flamme. La chaleur de cette flamme est 10 à 12 fois plus forte que la chaleur rayonnante latérale, ce dont on peut se convaincre, en approchant un papier à côté ou au-dessus d'une bougie, et en observant la distance à laquelle le papier s'enflammera dans les deux cas.

Le ramonage des tuyaux qui est dans tous les appareils une complication des plus graves, au point de faire renoncer quelquefois à d'excellents moyens, le ramonage, dis-je, se fera très-facilement, les

chicanes mobiles G laissant l'orifice du tuyau vertical complétement libre. Quant à la trappe E, destinée soit à régler le tirage, soit à fermer complétement l'accès de l'air extérieur, pour empêcher les courants descendants, soit enfin pour boucher complétement les tuyaux en cas de feu à la cheminée, elle est placée à l'orifice même et par conséquent très-facile d'accès. Si la prise d'air est en harmonie avec l'orifice de départ de la fumée, il se produira dans la pièce le mouvement indiqué par la fig. 156 et qu'il est facile de contrôler par des observations thermométriques ou avec de petits ballons remplis de gaz hydrogène, tels que ceux qu'on emploie pour amuser les enfants. En donnant à ces ballons un poids égal à celui de l'air stagnant et en les tenant par un fil, on suivra mécaniquement la direction des courants dans la pièce.

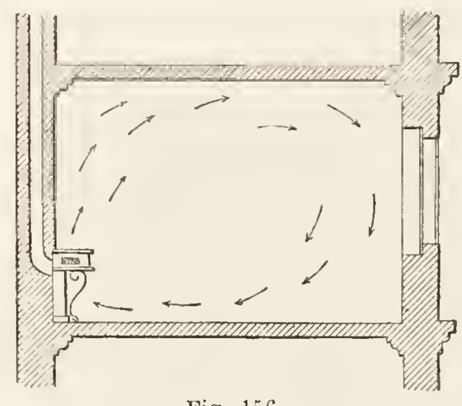


Fig. 156.

Je sais parfaitement que le progrès à effectuer dans nos cheminées d'appartement a été et sera toujours excessivement lent à se propager. D'abord, on tient peu à ce qu'on ne comprend pas, et les connaissances physiques, même les plus élémentaires, sont moins répandues que les connaissances littéraires. D'un autre côté, les constructeurs, pour ne pas se tromper et pour plaire aux masses, font ce qui a été fait avant eux. Les architectes et les propriétaires visent avant tout à l'économie et à l'aspect de la cheminée, puisque la dépense de combustible ne les regarde pas. Enfin, les locataires hésitent avant de modifier des foyers pendant le temps de leur location pour les laisser après eux à des successeurs inconnus; enfin, pardessus tout cela plane la sainte routine si respectée de tous! Mais, l'installation que je propose n'est pas destinée aux personnes à courte vue qui, pour éviter une première dépense de 30 à 40 francs, brûlent dans leur hiver, et en se chauffant mal, une somme considérable de combustible qu'elles envoient sur le toit sous forme de fumée. Un mauvais foyer est comme une voiture à l'heure, la dépense court toujours, tandis qu'avec un appareil bien fait, on sait où l'on va, on a un chauffage salubre et, finalement, plus économique.

UTILISATION DE LA FUMÉE DE NOS CHEMINÉES.

En faisant l'histoire du chauffage, nous avons vu que les Romains utilisaient la fumée de leurs foyers en la faisant monter dans les murs (fig. 82). Nous avons vu aussi que dans le nord de l'Europe (fig. 107), et particulièrement dans les poêles russes et suédois (fig. 141 et 142), la fumée faisait de nombreux contours avant de se perdre dans la cheminée. Dans l'industrie, on emploie la fumée depuis longtemps pour chauffer l'eau destinée aux chaudières (fig. 33). Enfin on utilise la chaleur de la cheminée dans de doubles gaînes pour la ventilation de lieux habités (fig. 181 à 183), puis pour le chauffage des bains (fig. 34 à 38).

En France, on a commencé par appliquer ce procédé aux calorifères de cave à air chaud dont on a contourné les tuyaux de cent manières. Dans ces derniers temps, on a proposé plusieurs dispositions pour utiliser la fumée dans nos cheminées d'appartement. La principale est celle de la fig. 157, que l'on trouve déjà dans la première édition de Péclet, publiée en 1828. L'air arrivant de l'extérieur se chauffe dans une gaîne au contact du tuyau de fumée et va sortir vers le plafond par un orifice garni de lamelles inclinées destinées à diriger l'air chaud vers le plafond. Cet air chauffé a aussi été dirigé dans un conduit placé entre les solives et ayant une issue le plus loin possible du foyer pour assurer un renouvellement plus complet de l'air de la pièce attiré vers le foyer. Ce double tuyau qui est presque toujours inapplicable dans nos habitations modernes superposées, à cause du surcroît d'espace qu'il exige, de la difficulté des réparations, etc., a été adopté pour les casernes anglaises, comme nous avons pu le voir à l'Exposition universelle parmi les installations modèles envoyées par le Gouvernement anglais (fig. 158 et 159). Il utilise 30 à 35 % de combustible ; le foyer est formé par une grille

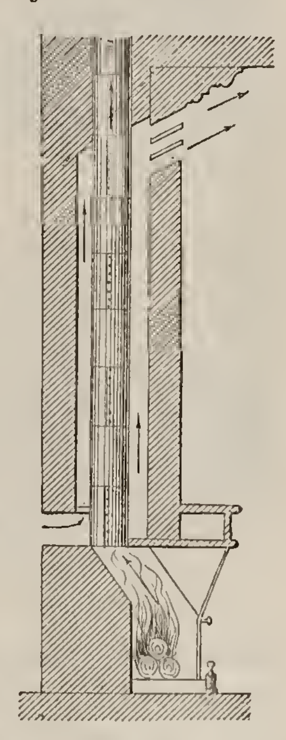


Fig. 157.

garnie de briques réfractaires formant avant-corps complétement isolé du mur et l'introduction de l'air extérieur dans la pièce peut tre réglée dans le haut par un registre mobile.

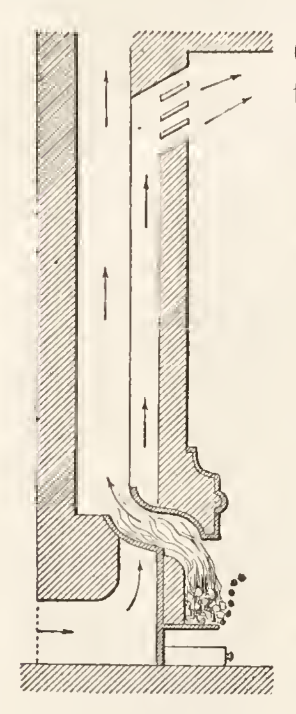


Fig. 158.

Cette cheminée, improprement appelée ventilatrice (elles le sont toutes, et malheureusement trop), a été proposée en Angleterre par le capitaine Douglas Galton et beaucoup vantée dans les divers traités sur le chauffage; elle est inapplicable dans nos appartements. En effet, il faut toujours, soit à cause des tassements, soit pour motifs de réparations et de nettoyage, il faut, dis-je, avoir toujours un accès facile à ces doubles enveloppes; et si elles sont encastrées dans les murs, même quand ils ne sont pas ornés de glaces, que de place à prendre pour les 25 à 30 cheminées de chacune de nos maisons ! D'un autre côté, quel aspect auraient dans nos appartements ces doubles tuyaux s'ils étaient cachés par des ouvertures mobiles dilatables par la chaleur ! Le principe est bon pour une caserne, mais pourquoi ne pas mettre tout simplement ces doubles tuyaux en vue à l'intérieur? Le principe de la cheminée Douglas Galton avait été indiqué en France dès 1832 par le capitaine Belmas, dans son travail inséré dans « le Mémorial de l'Officier du génie. » En voici les dessins originaux (fig. 160 et 161). Dieu sait combien la même idée a été copiée, modifiée et brevetée depuis! Après l'appareil du capitaine Belmas, qui n'est que le perfectionnement des cheminées Gauger, il faut mentionner l'appareil Descroizilles. Son foyer est dans une boîte carrée en fonte formant grille. La fumée circule dans une série de tubes contournés par derrière suivant la place dont on dispose, avant d'entrer dans la cheminée. L'inconvénient de cet appareil est qu'il exige un grand tirage, sans quoi les gaz du foyer peuvent s'introduire dans la chambre de chaleur par les joints nombreux des tuyaux. De plus, son ramonage

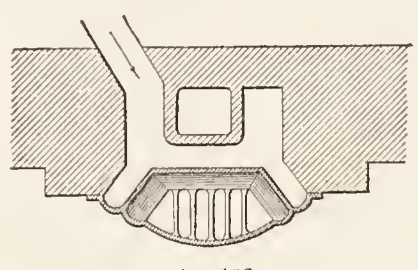


Fig. 159.

et sa remise en place exigent un ouvrier soigneux, ce qui est rare. Aussi est-il peu répandu, malgré ses réelles qualités.

M. Péclet donne le dessin d'un appareil qui est plus simple et qui consiste (fig. 162) dans une caisse en fonte carrée ou ovale formant

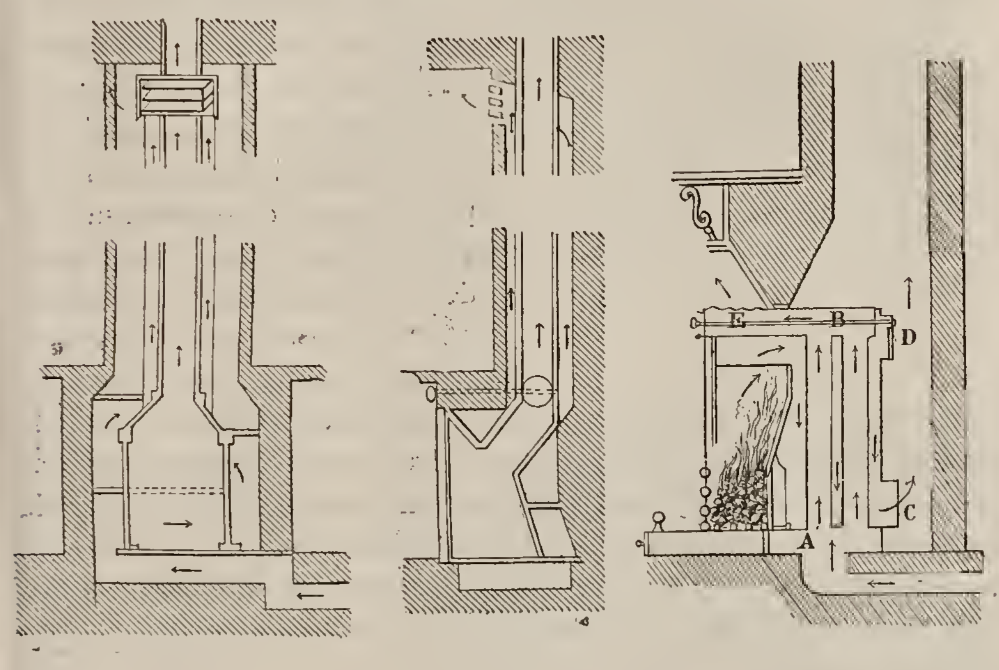


Fig. 160. Fig. 161. Fig. 162.

foyer, derrière laquelle se trouvent plusieurs tuyaux de tôle disposés en quinconce et qui établissent une communication entre une caisse à air froid A avec la caisse supérieure à air chaud B. La fumée sortant du foyer enveloppe les tuyaux d'air et s'échappe par une ouverture C placée en bas. L'orifice supérieur, muni d'une clef D, sert à établir le tirage quand on allume le feu. L'air chaud, après avoir circulé dans les tubes, sort par la partie supérieure en E. Pour le ramonage, l'appareil entier se tire hors de la niche de la cheminée.

En somme, lorsqu'on examine avec attention la plupart de nos cheminées actuelles, la première pensée qui vient à l'esprit, c'est que, comme appareils de chauffage, elles sont absurdes. Ce ne sont en fait que d'excellents appareils de ventilation, à ce point qu'elles causent souvent des courants d'air dangereux, et que c'est à elles que s'applique le fameux proverbe : « Si le vent souffle sur toi au travers d'une fente, fais ton testament et mets ordre à ta conscience. »

La seconde pensée est celle-ci : Pourquoi ne prend-on pas la cha-

leur là où il y en a le plus, c'est-à-dire en haut du foyer? Pourquoi fait-on entrer la fumée dans le tuyau de la cheminée à $0^{m},70$ du sol au lieu de l'y introduire seulement à 1 mètre? Pourquoi ne pas utiliser d'abord tout le calorique rayonnant, puis au moyen d'une clef en C (fig. 163), lorsque le feu est allumé et l'appel établi, pourquoi comme dans les poêles russes et suédois, ne pas renverser la fumée dans l'un des inutiles jambages latéraux pour la faire passer sous l'âtre, remonter dans l'autre jambage et circuler dans un tambour sous la tablette avant d'entrer dans la cheminée en A? Pourquoi ne pas mettre toute cette fumée au contact de l'air extérieur venant déboucher en B dans l'appartement. Cela coûterait plus cher que nos cheminées actuelles, mais est-ce que le combustible qu'on y brûle ne coûte rien? Est-ce qu'on en tire tout l'effet utile qu'il peut produire?

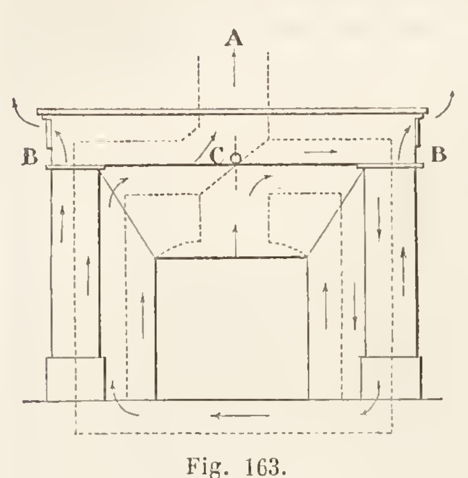


Fig. 163.

EXPÉRIENCES SUR LES DIVERS FOYERS D'APPARTEMENT.

Il n'est pas sans intérêt de faire des expériences comparatives sur les meilleures cheminées en usage, puisque ces modestes appareils servent, en Europe seulement, à plus de cinquante millions d'hommes, et qu'un progrès quelconque dans leur construction se traduit par plusieurs millions d'économie de combustible.

Sans doute, on peut faire ces expériences d'une manière très-précise et très-scientifique, en essayant dans la même pièce, et tour à tour, les divers foyers qu'on veut étudier; mais l'état de l'atmosphère, c'est-à-dire, le tirage, la déperdition par les murs et plusieurs autres causes peuvent faire varier beaucoup les résultats. Pour moi, il est préférable de faire des expériences simultanées. Rappelons pour cela quelques principes.

Lorsqu'un combustible est allumé dans un foyer quelconque, la chaleur produite par la combustion se divise en deux parts :

l'une, qui est utilisée directement 1° par le rayonnement du combustible et de la flamme; 2° par la réflexion des rayons reçus par la surface des foyers; 3° enfin, par les bouches ou la chambre de chaleur, si l'appareil en est muni. C'est à cette dernière nature de chaleur qu'on donne le nom de chaleur obscure ou de transmission.

La deuxième partie de l'effet produit par la combustion passe dans le tuyau de fumée et sert à deux fins : 1° à débarrasser la pièce des gaz brûlés; 2° à ventiler cette pièce. Ce n'est donc pas de la chaleur perdue, comme on l'appelle communément. Mais, malheureusement, dans nos foyers ordinaires, cette part s'élève quelquefois à 90 et même à 95 °/o de l'effet produit. Est-il nécessaire qu'il en soit ainsi? Voilà toute la question.

Or, pour qu'il y ait un bon tirage, c'est-à-dire, pour qu'il y ait expulsion au dehors des gaz brûlés, il suffit qu'il y ait de 25 à 30 °/o de différence entre la colonne de fumée et la colonne atmosphérique extérieure plus lourde, qui cause l'ascension de la fumée. Si l'on suppose 10 °/o utilisés par le rayonnement direct et indirect du foyer, il restera encore 65 °/o environ qui ne serviront qu'à la ventilation de la pièce. C'est à cette part, la plus grosse, qu'il faut s'attaquer; elle est évidemment trop forte, puisqu'une cheminée ordinaire détermine un déplacement de 800 à 1000 mètres cubes d'air par heure et que dans la majorité des cas, 25 à 30 mètres cubes d'air par heure et par personne sont suffisants. Nos cheminées enlèvent donc en trop 15 à 20 fois l'air nécessaire à la ventilation et qui est remplacé par un volume équivalent d'air froid.

Comment remédier à ce grave et dispendieux inconvénient? Par un foyer convenablement disposé pour le rayonnement, d'abord, puis par l'utilisation de la chaleur obscure ou de transmission.

On voit, par ce qui précède, que si nous déterminons d'une manière exacte la température et la vitesse de l'air passant dans le tuyau de fumée, nous aurons ce qu'on appelle la chaleur perdue et la différence sera la chaleur utilisée directement par les bouches et par le rayonnement, dans un temps plus ou moins long, suivant les foyers et suivant l'activité du tirage.

Ces principes une fois bien compris, arrivons aux expériences à faire pour déterminer quels sont les meilleurs foyers. J'en ai fait installer cinq des plus employés à Paris, dans le même local, avec

prise d'air, entourage en brique, chambre de chaleur et bouche (0^{m},12) égale, avec issue à la même hauteur du sol. Les expériences ont eu lieu tour à tour sur le bois, la houille et le coke : chaque combustible a été pesé et consumé en quantité égale par chaque foyer qui a été surmonté d'un tuyau en tôle de même diamètre (0^{m},25) et de même hauteur (20 mèt.). Les mêmes instruments ont servi pour toutes les expériences, qui ont consisté à mesurer : 1° la vitesse et la température de la fumée à 1 mèt. au-dessus du foyer ; 2° la température de l'air chaud à chaque bouche de chaleur ; 3° le rayonnement produit par chaque appareil.

J'ai fait toutes ces expériences avec les cinq foyers les plus en vogue à Paris et que je ne veux pas nommer pour ne blesser personne ; il en est résulté ces trois conséquences : 1° que dans mon appareil (fig. 150 à 152), la fumée sort avec une température moins élevée et avec moins grande vitesse, par conséquent : *moins de chaleur perdue dans la cheminée.*

2° La vitesse de l'air chaud aux bouches est presque double que dans les autres foyers ; par conséquent, *il y a presque le double de la chaleur utilisée.*

3° La température aux bouches est presque égale à celle des autres foyers, mais à une vitesse presque double, ce qui s'explique par la multiplication des surfaces de transmission et par la disposition qui favorise le libre passage de l'air. Resultat final : *Presque le double d'air chauffé à une température moyenne plutôt qu'à une température élevée.*

Il reste à faire une expérience fort simple pour s'assurer de l'effet ou de l'utilité du tambour surmontant le foyer. Elle consiste à placer l'appareil entre deux pièces dont l'une serait chauffée par le foyer seul et l'autre par le tambour isolé par une feuille de tôle. Il va sans dire que la prise d'air serait divisée en deux parts et aurait un diamètre suffisant.

DES CAUSES DE LA FUMÉE.

La fumée est une des plus anciennes misères de l'humanité, puisque les latins disaient déjà :

Sunt tria damna domûs :
Imber, mala fœmina, fumus.

C'est-à-dire :

Il y a trois fléaux domestiques : l'humidité, une femme acariâtre, et la fumée. Le deuxième fléau est incurable, mais rien de plus facile que de remédier aux deux autres.

Jusque dans ces derniers temps, une cheminée fumeuse était chose des plus communes, et nos pères, moins délicats que nous sur le confort intérieur, avaient à choisir entre des pièces enfumées si l'on fermait portes et fenêtres ou des courants d'air causés par de vastes foyers aux hottes monumentales plus ou moins ornées. A ces inconvénients, on avait opposé un remède, le paravent, que nos enfants ne connaissent aujourd'hui que de nom. Quand les *progrès* de la construction, ou si l'on veut, l'entassement des habitants dans les villes, ont fait rétrécir les appartements, perfectionner les ajustements des portes et des fenêtres, et calfeutrer les moindres ouvertures, on a eu beau rétrécir les foyers, comme l'avait indiqué Rumfort, on oubliait toujours que si l'on donnait une issue par la cheminée aux gaz brûlés, on omettait un point non moins essentiel, l'arrivée d'air de remplacement : là est le point faible de nos constructions et la cause principale de nos petites misères du chauffage domestique. Où et comment faire arriver l'air neuf? Quelle proportion, quelle issue donner aux conduits de fumée? C'est ce que nous verrons et exposerons clairement. Voyons d'abord rapidement les causes de la fumée dans nos habitations; ce sujet une fois bien compris, le remède nous sera facile.

1° *Absence de prise d'air.*

D'abord, rappelons en quelques mots comment opère la chaleur dans nos foyers, pour nous débarrasser des produits de la combustion. On sait que l'air chauffé, soit naturellement par les rayons solaires, soit artificiellement par un combustible en ignition, se dilate, devient plus léger et monte pour faire place à de l'air plus lourd ou plus froid qui, chauffé à son tour, s'élève et établit ainsi un courant régulier, si des causes étrangères ne viennent point modifier le courant ainsi établi. Dans nos habitations modernes, une cheminée, c'est-à-dire une issue particulière est ménagée dans les murs pour l'air brûlé; mais, là, nous touchons au point capital, et on ne saurait trop maudire les architectes qui commettent cette faute si commune, on néglige neuf fois sur dix de donner à l'air neuf rentrant une ouver-

verture égale à la sortie de l'air brûlé, ou bien on donne un passage insuffisant. De là, les courants si dangereux provenant de toutes les fissures de l'appartement et indispensables néanmoins pour donner passage à l'air qui doit alimenter la pompe d'appel, c'est-à-dire le foyer. Dans les maisons modernes, on y remédie par des ventouses percées à l'extérieur, amenant l'air sous les parquets, tantôt près du foyer lui-même, tantôt dans le manteau du dessus, quand il n'y a pas d'appareil à bouche de chaleur. Mais ces ventouses sont toujours trop petites, puisqu'elles doivent fournir l'air de remplacement à un tuyau de fumée qui est en moyenne un carré de $0^{m},20$ de côté; le reste de l'air indispensable à la combustion viendra donc encore par les portes et les fenêtres. D'un autre côté, faire venir l'air extérieur, comme on l'a fait dans le manteau de la cheminée, est une hérésie au point de vue du chauffage, car on diminue encore la température de la fumée, ce qu'il faut toujours éviter. Enfin, si le tuyau d'air extérieur débouche près du foyer, en dessous ou latéralement, on alimente, il est vrai, la combustion, mais c'est aux dépens de la ventilation de la pièce. Il n'y a ici qu'un moyen rationnel à employer : faire arriver tout l'air extérieur, en quantité suffisante, au-dessous de la plaque de l'âtre, lui faire envelopper le foyer isolé du mur, enfin, le mettre au contact des tuyaux de fumée, en sorte que tout l'air rentrant soit préalablement, non pas desséché et décomposé, mais modérément chauffé. Tel est le but de l'appareil décrit figures 150 à 152.

Quand on ne pourra pas établir de ventouses extérieures, on prendra l'air dans un corridor ou une pièce voisine bien ventilée, et l'on placera les arrivées en haut, loin du foyer, divisées par un vasistas ou régulateur à portée de la main.

2° *Trop d'ouverture au foyer.*

Tout le monde a remarqué que dans les vastes foyers de nos pères et dans beaucoup de cheminées de province, les jambages sont très-écartés et de plus, le manteau est très-élevé.

De telles cheminées fument toujours. Le moindre courant, la moindre ouverture de porte déplace les gaz brûlés ascendants qui, mêlés à l'air de la pièce, n'ont plus assez de force d'ascension. C'est le cas des vastes foyers de cuisine à calorique rayonnant où l'on est grillé par devant et gelé par derrière; c'est la cheminée d'un rôtisseur, mais

non celle d'un être civilisé. Tout ici est mauvais : trop d'air et trop de courants, trop d'ouverture dans le tuyau de fumée, pas d'utilisation des parois du foyer, température inégale dans la pièce, consommation énorme de combustible, etc. C'est contre ces foyers élémentaires qu'a tant réagi Rumfort, grand propagateur des rétrécissements, mais malheureusement ignorant des progrès réalisés par ses devanciers, Savot et surtout Gauger.

3° *Allumage de deux foyers dans la même pièce ou dans plusieurs pièces se communiquant.*

Si les deux cheminées ont une combustion, c'est-à-dire une puissance d'appel inégale et si les ventouses extérieures ou les fissures des portes ne sont pas suffisantes pour introduire l'air de remplacement, il est évident qu'un foyer fera appel sur l'autre et que l'une des deux cheminées fumera. C'est ce qui a lieu souvent dans les appartements de Paris, où nos foyers mal pourvus d'air font appel par les corridors des cuisines aux odeurs de ces dernières, et empoisonnent nos demeures au lieu de les assainir. Si chaque foyer était alimenté suffisamment par l'air extérieur, ces petites misères disparaîtraient. Pourquoi donc s'obstiner à ne pas comprendre qu'un foyer, tout comme les poumons humains, a besoin d'air neuf pour fonctionner rationnellement?

4° *La hauteur insuffisante des tuyaux de fumée.*

L'expérience a appris, qu'en général, pour avoir un bon tirage, il faut que le tuyau de fumée ait de 8 à 10 mètres de hauteur. Dans les grandes villes, les cheminées du cinquième étage tirent moins bien que celles des étages inférieurs, parce qu'elles sont construites de même, tandis qu'elles devraient avoir un rétrécissement. Il ne faut pas croire cependant qu'il en doive être toujours ainsi, et qu'on soit inévitablement condamné à voir défigurer nos habitations par des tuyaux métalliques et leurs hideux appendices. Lorsque les orifices inférieur et supérieur pour la fumée sont suffisamment rétrécis, si le foyer est de dimension minime et la prise d'air suffisante, le tirage sera assuré, à moins que le tuyau de fumée n'ait son issue contre un pan de muraille élevé. Dans ce cas, l'exhaussement est le remède le

plus sûr. Mais dans les campagnes, où il n'y a pas de hautes maisons, et à bord des navires où l'on ne peut avoir des tuyaux élevés, le tirage est suffisant, quand on rétrécit les foyers et qu'on dirige l'issue de la fumée convenablement. Le succès dépend donc ici d'une disposition rationnelle des cheminées, et il s'en faut de beaucoup que leur tirage augmente toujours avec la hauteur des tuyaux. Passé un certain point, le refroidissement de la fumée et le frottement contre les parois des tuyaux ou les coudes peuvent avoir au contraire une très-fâcheuse action sur la sortie des gaz brûlés.

5° *Sortie des tuyaux de fumée contre un mur élevé.*

Cet inconvénient se rencontre fréquemment dans une ville, quand les maisons ne sont pas de même hauteur et qu'on n'a pas le soin d'exhausser les souches, comme on le voit dans les châteaux du moyen âge. Il y a ici plusieurs remèdes, suivant les circonstances et l'aspect des lieux.

Le premier et le meilleur consiste à exhausser les tuyaux de fumée jusqu'au point le plus élevé du mur voisin et cela avec des tuyaux de poterie bien enduits plutôt qu'avec des tuyaux métalliques ; ces derniers ont pour inconvénient de s'oxyder rapidement, quoi qu'on fasse, de refroidir la fumée et de causer par suite des taches de bistre, c'est-à-dire d'acide noir et de mauvaise odeur. Toutes nos villes sont déshonorées par ces tuyaux, preuve de la négligence des architectes, de l'économie mal entendue des propriétaires, et source des bénéfices sans cesse renaissants pour les fumistes.

Quand, pour un motif quelconque, on ne pourra pas exhausser un tuyau comme au Louvre, ou dans les monuments publics où les corps de bâtiments sont d'inégale hauteur, on aura recours aux moyens employés par Philibert Delorme (fig. 130 et 131) ; et si la cheminée est sur le mur de face, on ornera les souches comme on l'a fait à l'Opéra, sur les bâtiments de l'administration, ou bien on les surmontera de mitrons percés à jour, comme à l'Élysée, à Paris (fig 176), ou bien enfin, si ce sont des pavillons de concierge, on fera un foyer à flamme renversée allant rejoindre sous le sol un tuyau d'un bâtiment voisin. On n'aura recours aux nombreux mitres fumifuges métalliques qu'à la dernière extrémité.

6° *Voisinage de plusieurs tuyaux de fumée contigus sur le toit.*

Souvent, quand un foyer n'est pas allumé, la fumée d'un tuyau voisin descend dans un appartement sous l'appel d'autres foyers. Si chaque pièce était pourvue de ventouses suffisantes, cela n'aurait pas lieu; dans ce cas, il faut fermer le foyer par une trappe conique bien ajustée, ou séparer les mitres sur le toit par des cloisons couvertes et ornées convenablement (fig. 180). Enfin on peut faire sortir les tuyaux de fumée à différentes hauteurs.

7° *Tuyaux de fumée trop étroits ou trop larges.*

Ce cas, qui se rencontre quelquefois dans nos maisons modernes, par suite de la parcimonie du constructeur et par d'autres causes qu'on n'avait jamais vues anciennement, exige une construction de foyer spécial. Il faut avoir recours aux poêles, qui font peu de fumée; il faut avoir un foyer très-rétréci et y brûler de préférence du coke, enfin on peut prendre un foyer à gaz si on l'a à sa disposition. A cette cause de fumée peut se joindre celle des tuyaux trop larges, où pouvait passer un ramoneur, comme les faisaient nos pères. Il s'y établissait deux courants, l'un montant et l'autre descendant, qui se contrariaient. Quand on ne voudra pas rétrécir la cheminée par un tuyau intérieur spécial, en réservant les faces contiguës pour la ventilation d'une ou de plusieurs pièces, il faudra rétrécir le tuyau principal à l'entrée et à la sortie.

8° *L'emploi d'un même tuyau pour plusieurs cheminées.*

Dans les usines où la cheminée, très-élevée d'ailleurs, reçoit la fumée de plusieurs foyers, le tuyau unitaire fonctionne bien parce qu'il fonctionne toujours et que les gaz brûlés y ont une haute température. Mais dans nos habitations occupées par des ménages différents, les choses ne se passent plus de même; d'abord les tuyaux de fumée deviennent de véritables tuyaux acoustiques; ensuite, quand les trappes de chaque foyer non allumé ne sont pas fermées, la fumée de l'un peut passer chez le voisin, sous la moindre cause d'appel. Enfin, il y a refroidissement de la fumée, et par conséquent

moins bon tirage, provenant de la communication de foyers non allumés. Tout cela est quelque peu compensé par l'économie de la construction et par la fermeture des trappes (quand on y pense), mais en somme, il sera toujours préférable de construire pour chaque foyer un tuyau distinct et surtout d'alimenter chaque foyer par une ventouse suffisante. Nous retrouverons cette question plus loin.

9° *Action des rayons solaires sur les souches du toit.*

Il se produit ici une action physique facile à comprendre. Si le soleil frappe sur les souches quand l'air intérieur du tuyau de fumée est froid, cet air plus lourd tombe et entraîne avec lui dans l'appartement des odeurs de suie désagréables. Dans ce cas, rien de plus facile que de fermer les trappes dont tout foyer bien construit doit être accompagné et dont la fonction consiste en outre à éteindre le feu, s'il prend à la cheminée. Ce moyen est préférable aux mitres métalliques placées sur le toit.

Nous terminerons ces remarques en conseillant de mettre les tuyaux des cheminées autant que possible au centre des constructions pour les faire sortir à la partie la plus élevée du toit. S'ils sont sur des murs de face, on s'efforcera de les faire dévier dans les rampants, en prenant les précautions d'usage, comme l'isolement complet des charpentes et une bouche ou double porte dans les combles pour opérer le nettoyage, sans monter sur les toits. La position des souches au centre des constructions a un triple avantage : le tirage est meilleur, les tuyaux se refroidissent moins, l'aspect extérieur de la construction n'est pas enlaidi, il y a moins de réparations parce qu'il y a moins de saillies hors du toit, enfin le ramonage est plus facile.

On sait quelles variétés infinies de parafumées on a inventées depuis des siècles. Tous ces appareils seront complétement inutiles quand les constructions seront faites d'après les règles élémentaires de la physique, c'est-à-dire quand on aura pourvu non pas seulement à la sortie de la fumée et à la force motrice qui oblige cette fumée à s'élever, mais aussi et surtout à l'alimentation de l'air de rentrée par des ventouses convenables. Ce sont toutes ces superfétations sur nos toits qui déshonorent nos principaux monuments, qui sont une source continuelle de dépenses pour les propriétaires et font que l'aspect ex-

térieur de nos villes est si peu pittoresque en comparaison de celui des pays méridionaux.

DES MITRES.

De tout temps la question de sortie de la fumée a exercé l'esprit inventif des constructeurs, qui toujours ont pris la question à l'envers. J'ai dit ailleurs que la fumée était un serpent qu'il fallait étouffer à sa naissance et non pas à sa sortie ; c'est le contraire qu'ont essayé les inventeurs depuis l'éolypile de Vitruve jusqu'à nos jours.

La mitre la plus ancienne que nous connaissions est celle des Chinois (fig. 164), qui rappelle un peu leur coiffure mobile sur un axe et fermant toujours l'orifice de la cheminée du côté du vent.

Son principe a été réinventé ou réappliqué par Alberti Léon, en

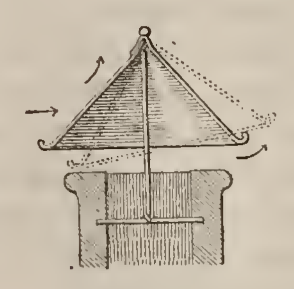


Fig. 164.

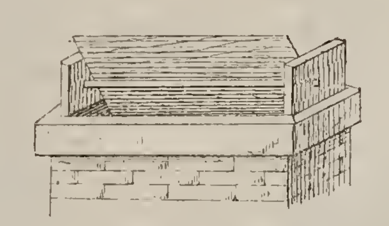


Fig. 165.

1485 (fig. 101), puis modifié et représenté à l'Académie des sciences en 1725 par La Chaumette (fig. 165), et enfin reproduit par Hébrard

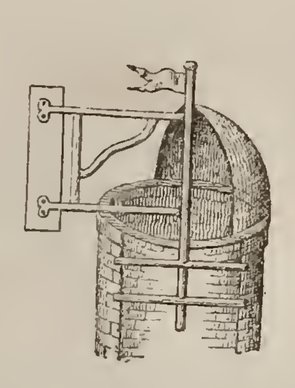


Fig. 166.

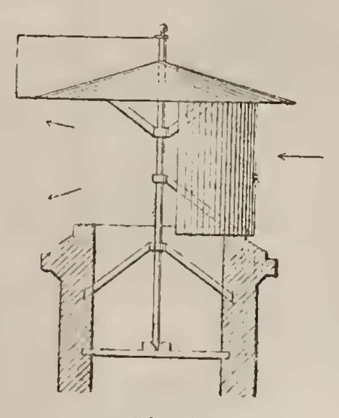


Fig. 167.

(fig. 166) en 1756. La disposition (fig. 167) indique la forme actuelle qui s'applique avec succès aux gaînes de ventilation.

Déjà, en 1557, Cardan avait employé (fig. 103) le principe de la division de la fumée que nous verrons appliquer de nos jours sous formes de lanternes diverses et de trisyphons brevetés sous divers noms. De son côté, Philibert Delorme, en 1561, donna à ce principe une forme architecturale. En 1621, Jean Bernard rapporte, dans son livre, qu'il mit en haut de sa cheminée un moulinet en forme d'hélice tournant dans les deux sens pour sucer la fumée. De nos jours, cette invention a reparu sous le nom de ventilateur Venant, mais elle ne sert plus qu'à mettre en bas de la cheminée des cuisines pour employer le courant de fumée à faire tourner un tourne-broche. C'était à Gauger qu'était réservé l'honneur d'indiquer, dès 1713, la forme rationnelle du mitron moderne (fig. 125). Il faudrait des volumes pour décrire les différentes dispositions réinventées et brevetées par tous les constructeurs depuis un siècle, et toutes fondées sur le même principe. L'une des plus répandues, je veux dire celle dont la forme a servi de base à un grand nombre de brevets modernes, est celle que Delyle de Saint-Martin a proposée à l'Académie des sciences en 1788 (fig. 168), et dont il démontrait l'efficacité en faisant agir un soufflet sur des calottes superposées entourant un tuyau. Nous verrons cet appareil rebreveté souvent depuis et consistant surtout à faire sortir la fumée par entraînement, en utilisant la force du vent lui-même.

Les formes suivantes indiquent quelques-uns des appareils usités

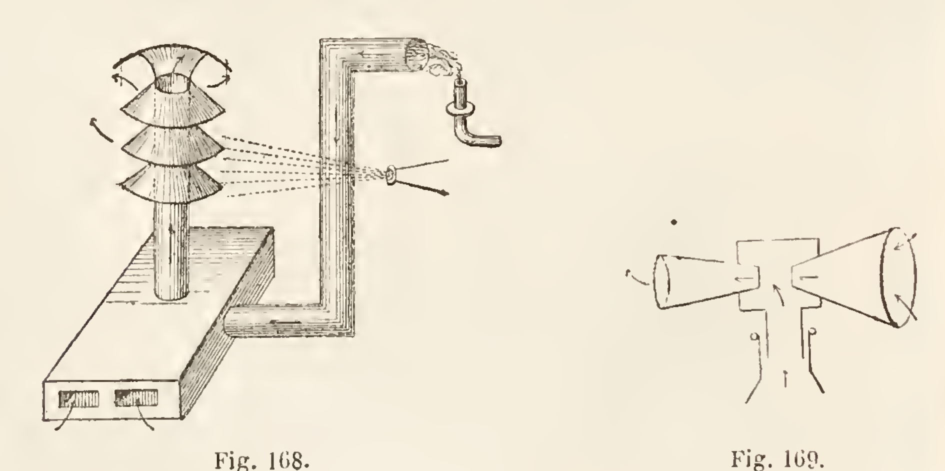


Fig. 168. Fig. 169.

de nos jours. La figure 169 est un ventilateur mobile disposé par M. Bourdon, pour aérer ses ateliers. La figure 170 est celui du docteur Fromentel, de Gray, fondé sur le même principe. Les figures 171

et 172 sont des gueules de loup de diverses formes agissant par en-

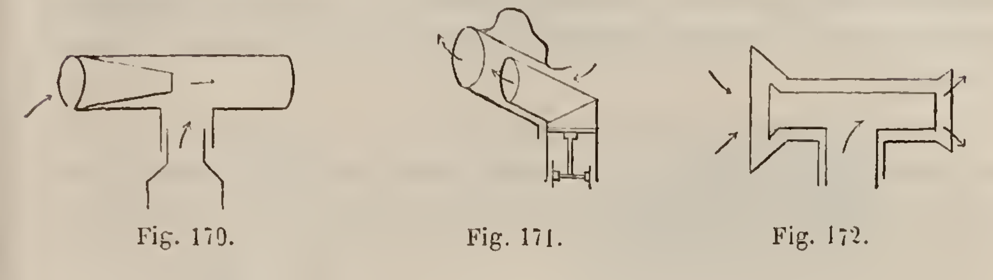


Fig. 170. Fig. 171. Fig. 172.

traînement. Dans la figure 173, on voit en germe l'idée de l'emploi de l'air comprimé dans un tuyau de petit diamètre, idée appliquée depuis en grand par M. Piarron de Mondésir, comme nous le verrons plus loin. Les figures 174 et 175 sont les aspirateurs Nouailher et Flament.

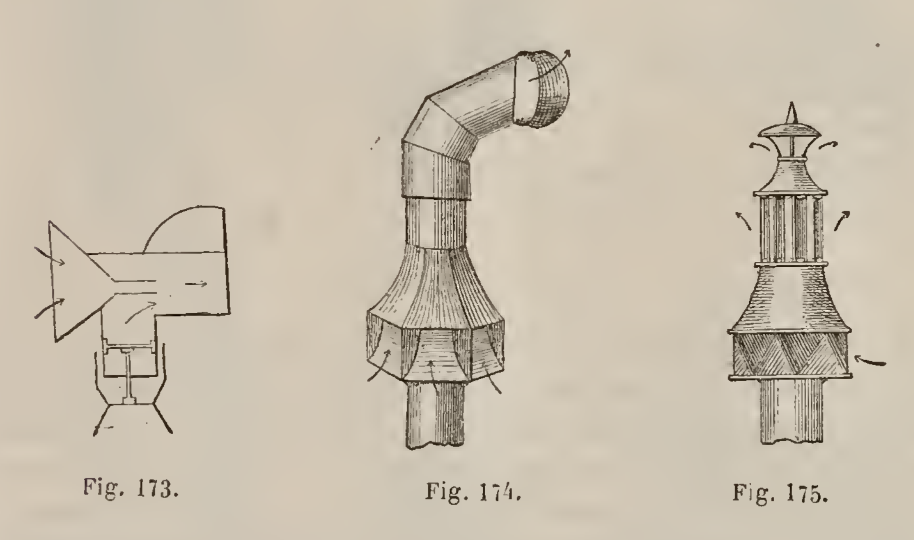


Fig. 173. Fig. 174. Fig. 175.

Ces appareils agissent naturellement et sans frais aucun ; mais pour être utiles, il faut qu'ils soient placés sur un point élevé, et ils ne fonctionnent que si les vents ont une certaine puissance. Malheureusement, c'est pendant les chaleurs qu'il n'y a pas de vent et que le besoin de ventilation se fait plus vivement sentir. La figure 176 représente les mitres du palais de l'Élysée à Paris ; ils sont très-efficaces. La figure 177 est la combinaison de la gueule de loup avec les chapeaux superposés. Rappelons ici les figures 87 à 91 que nous avons signalées précédemment pour l'issue de la fumée des cuisines, du douzième au seizième siècle. A cette époque, Jean Bernard rapporte qu'en 1619, « les Pères capucins de Dijon eurent quelques maçons qui firent leurs cheminées toutes pertuisées au-dessus et percées à jour comme les carrés d'un colombier et l'ouverture du dessus en forme

de toit, dont tout le monde fut ébahi comme de choses nouvelles. » Chacun voulut réformer ses cheminées « à la capucine », et ce nom est resté dans le commerce de la marbrerie pour certaines cheminées spéciales.

Parmi les appareils brevetés sous divers noms en divers pays depuis longtemps, citons le ventilateur à hélice et à mouvement rotatif, figure 178, connu à Londres sous le nom de Chadwick, à New-York

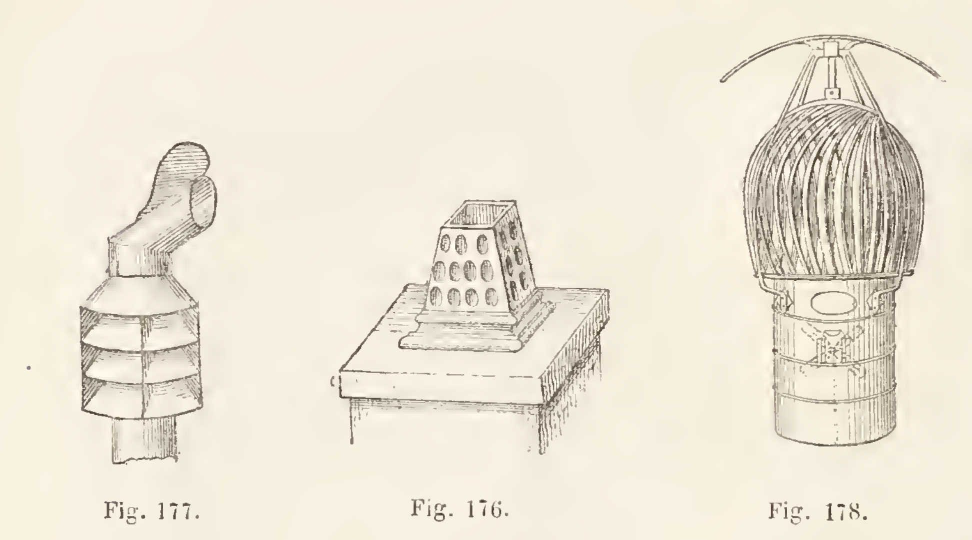


Fig. 177. Fig. 176. Fig. 178.

sous le nom de Griffith, à Paris sous celui de Venant, de Serron, etc. Cet appareil obéit à deux forces : à celle de l'air intérieur dont le poids et la température peut différer de celui de l'air extérieur, et en deuxième lieu, à la force du vent, quand il y en a. Bien des personnes s'imaginent que l'hélice fixée à l'intérieur du tuyau active la sortie de fumée : c'est une erreur. Elle est plutôt un obstacle, mais elle devient un aspirateur véritable dès que le vent souffle et fournit une force gratuite faisant en petit ce que font les gros appareils à hélice dans les grandes usines. De là, la nécessité de mettre l'appareil sur un point très-exposé au vent et d'en huiler le mécanisme qui s'engorge facilement par la suie. On fera bien de le couvrir d'un chapeau contre la pluie et de ne l'employer que pour l'air vicié.

En Angleterre, on se sert avec succès du mitron (fig. 179) et des rétrécissements (fig. 180) empêchant la communication des tuyaux. Enfin, les figures 181 et 182 sont les sorties sur le toit de tuyaux doubles qui ne sont pas encore assez employés de nos jours et qui servent à la fois à l'issue de la fumée et à celle de l'air vicié. Pour les hôpitaux, les ateliers, les casernes, etc., la figure 183 indique une des

formes récemment employées en Angleterre pour réunir tous les tuyaux de fumée ou de ventilation d'une école. Parmi les exemples les plus heureux qu'on puisse citer pour déguiser des cheminées,

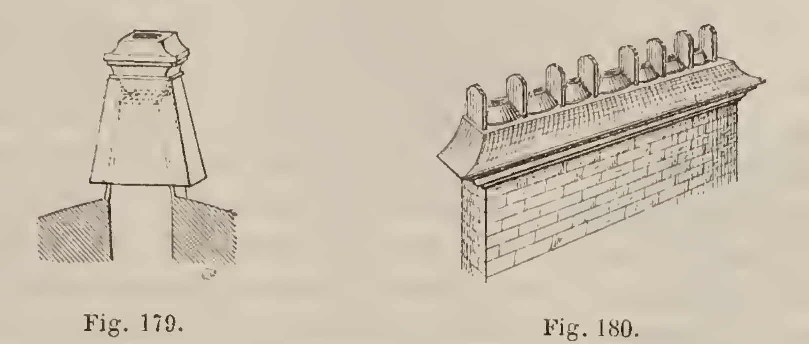


Fig. 179. Fig. 180.

mentionnons à Paris le palmier qui surmonte les bains Vigier sur la Seine, et à Londres, les riches tourelles métalliques qui donnent

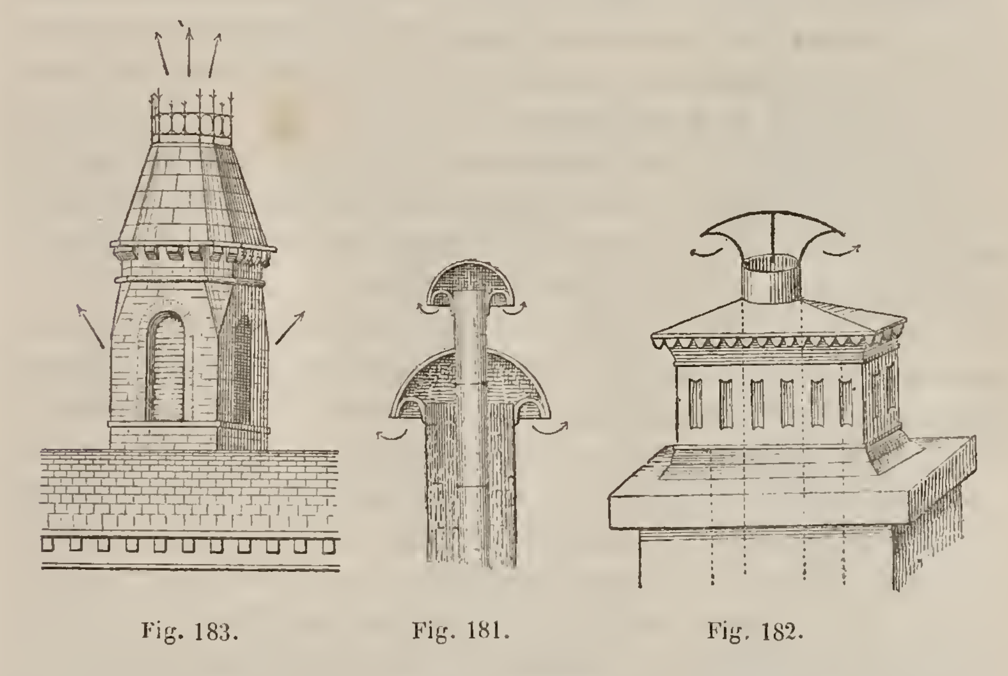


Fig. 183. Fig. 181. Fig. 182.

issue à la fumée sur les chambres du Parlement. On voit que les motifs de décoration peuvent varier à l'infini et débarrasser enfin nos habitants des superfétations qui ne servent qu'à être, à chaque bourrasque, une source de bénéfices pour nos fumistes.

On voit, qu'en somme, les mitres ont toutes le même objet : soustraire la fumée à l'action du vent par un obstacle quelconque, ou mieux faire servir la force du vent à entraîner l'air brûlé.

DES TUYAUX UNITAIRES.

Dans toutes nos habitations, il est d'usage d'élever autant de tuyaux de fumée qu'il y a de foyers. Nous sommes régis, à Paris, par l'ordonnance de police du 11 décembre 1852, qui porte : Art. 6. « Chaque foyer de cheminée ou de poêle doit, à moins d'autorisation spéciale, avoir son tuyau particulier dans toute la hauteur du bâtiment. » Les tuyaux en saillie dans les pièces font perdre une place précieuse dans les grandes villes. Si on les met dans les murs, c'est une cause d'affaiblissement sérieux, au point qu'à Paris la police a dû intervenir pour les interdire dans les murs mitoyens. Enfin, outre la dépense considérable qu'ils entraînent, puisqu'il faut les élever jusqu'au point le plus haut des constructions voisines, ils donnent à nos villes d'Europe un aspect des plus tristes quand ils ne déshonorent pas complétement nos monuments, comme à la Monnaie de Paris, par exemple, au Ministère de la Marine, etc.

Est-il possible d'éviter ces méandres de tuyaux en les réduisant à un seul d'une capacité convenable, comme dans les usines, et quelle règle faut-il suivre alors dans la construction? quels inconvénients, quels avantages y a-t-il à adopter ce système?

Le capitaine Belmas est le premier qui ait donné en 1832, dans le *Mémorial de l'Officier du génie*, une théorie exacte du tuyau unitaire. Il a parfaitement fait comprendre que, pour en obtenir un bon effet, il fallait : 1° rétrécir le tuyau de branchement et le diriger aussi parallèlement que possible au courant principal en les séparant par un diaphragme, de manière à déboucher dans l'axe de la cheminée et à favoriser le tirage des autres cheminées par entraînement ; 2° fermer les trappes des pièces dont les foyers ne sont pas allumés, car il s'établirait un courant ou un appel d'air froid qui diminuerait la température, et par suite la vitesse de la fumée.

Supposons une première disposition, celle qui consiste à placer la cheminée entre deux tuyaux, figures 184 et 185, dont l'un, A, le collecteur, donne issue à la fumée avec dépôt en sous-sol de tous les détritus dans une caisse unique B, lors du ramonage; l'autre tuyau C est destiné à fournir, soit par la cave en bas, soit par une large ventouse percée en haut, mais loin de l'orifice de fumée, l'air de rem-

placement à chaque foyer, par les conduits D. Si l'on prend soin de fermer les trappes des foyers non allumés, le tirage s'opérera comme dans les circonstances ordinaires. Il en sera de même aussi quand les foyers sont tous allumés en hiver. Mais, comme il ne faut pas compter sur les soins des locataires, on est exposé par le tuyau unitaire à recevoir la fumée des voisins, pour peu qu'il y ait appel par une cause quelconque : dans tous les cas, les tuyaux transmettront tous les bruits des autres étages comme des cordons acoustiques. Le même inconvénient se présente dans les prisons où les détenus peuvent communiquer entre eux par les cuvettes de leurs cabinets. Un cas peut se présenter où le tirage général est presque toujours efficace, c'est quand, dans un hôtel particulier, par exemple, une cuisine est établie à l'étage inférieur et assure, comme dans les usines, un appel régulier et puissant. Dans ce cas, il y a un moteur constant et le tirage devient assez régulier.

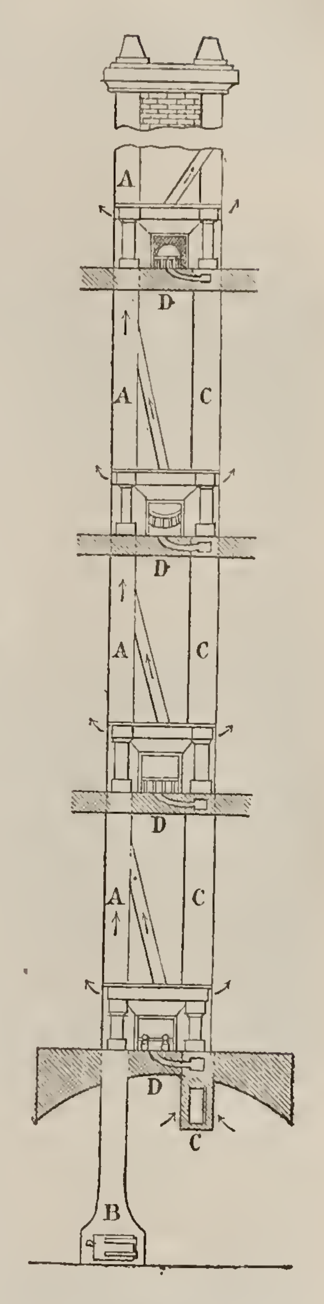
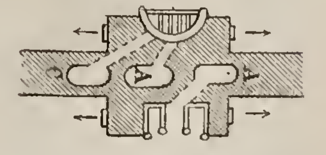


Fig. 184.

On emploie quelquefois une deuxième disposition. Le tuyau de fumée est double, les branchements sont alternatifs et on diminue par conséquent la chance de bruit et de fumée. De plus, la communication des pièces entre elles sera moindre si l'on munit chaque foyer d'une prise d'air spéciale. En somme, le tuyau unitaire, s'il est installé dans des proportions convenables et si les branchements y débouchent parallèlement au courant principal, offre, comme on le voit, plusieurs avantages : une réduction dans le prix de la construction, plus de solidité dans les murs, enfin une économie de place, d'entretien et de nettoyage; mais il ne doit s'employer que dans les maisons


Fig. 185.

à loyers modestes ou dans des constructions telles que les casernes et les petits hôtels particuliers, où l'on n'a pas à redouter l'action ou la négligence de voisins.

SYSTÈME DE SANGES.

Au système de tuyau unitaire peut se rapporter le plan proposé par M. de Sanges, et qui consiste à réunir tous les tuyaux d'une maison dans une chambre de fumée commune placée dans les combles et ayant une sortie unique sur le toit. Il y a là une idée ingénieuse, qui offre plusieurs avantages au point de vue de la décoration des édifices et de la permanence du tirage sous l'influence du tuyau de cheminée de la cuisine, absolument comme on le fait dans les usines où tout aboutit dans les hautes cheminées des machines. Mais, dans la pratique, il y a, pour nos habitations, des circonstances accessoires qu'il serait trop long d'énumérer ici et qui rendent l'emploi du système de Sanges peu applicable : tantôt ce sera le parcours de tuyaux qui partent de différents points vers le centre et qui gênent l'utilisation de l'étage supérieur, tantôt ce sera l'appel d'une cheminée allumée sur le tuyau de la cheminée voisine et faisant rabattre la fumée. etc. En somme, malgré la dépense très-élevée qu'ils entraînent, on préfère les tuyaux séparés pour chaque foyer.

Quant à l'utilisation de la fumée dans les combles, je préfère le système que j'ai appliqué, fig. 34 à 37, parce qu'il rend chaque ménage indépendant, parce que la fumée est plus chaude près des foyers, enfin parce qu'elle doit servir aussi à la ventilation des cuisines.

DES TRAPPES.

L'utilité des trappes servant à fermer l'orifice supérieur des foyers s'est fait sentir d'autant plus vivement que les anciennes cheminées étaient plus vastes. On en voit la première description dans les œuvres d'Alberti, au quinzième siècle ; on la retrouve mentionnée par Savot, en 1624, par J. Winter, en 1658, puis dans la cheminée de Nancy, en 1756; enfin dans tous les appareils du siècle dernier. En cas de feu à la cheminée, la fermeture de la trappe supprime l'aliment du feu et l'arrête immédiatement. La trappe sert aussi à arrêter en été les cou-

rants descendants et les odeurs de suie ; enfin elle est aussi utile qu'un robinet pour régler l'écoulement de l'eau d'un réservoir. Malgré ses avantages, on s'en sert rarement : dans nos foyers ouverts, elle n'est pas à portée de la main, et, en général, le public a horreur de tout ce qui demande de l'intelligence et du soin.

Peut-être n'est-il pas hors de propos de rappeler ici qu'en cas de feu à la cheminée, outre le moyen indiqué ci-dessus, c'est-à-dire la fermeture de la trappe, qui intercepte le passage de l'air ou de l'élément du feu, il est un deuxième moyen qui consiste à jeter sur le foyer quelques poignées de soufre en poudre: on baisse le rideau: le soufre enflammé donne lieu à une abondante production de gaz acide-sulfureux qui est impropre à la combustion.

DES VENTOUSES OU PRISES D'AIR.

Il ne suffit pas qu'un appareil de chauffage soit rationnel, il faut encore qu'un ouvrier négligent ou malveillant ne vienne pas contrarier, à dessein, les dispositions les plus simples et les mieux entendues. On sait que pour avoir un chauffage salubre et pour assurer un bon tirage, il est indispensable que l'air alimentant la pièce et par conséquent le foyer (qui devient une bouche d'extraction), il faut, dis-je, que cet air soit puisé dans un lieu exempt de toute émanation fâcheuse. Il faut, en outre, que cet air arrive en quantité suffisante pour équilibrer celui qu'il doit remplacer par l'ascension des gaz brûlés dans la cheminée ; autrement, la différence serait obtenue par les joints des portes et des fenêtres, c'est-à-dire par la source la plus incommode et la plus dangereuse; on évitera ainsi une des principales causes de la fumée. Les bouches latérales donneront d'abord de l'air froid, lors de l'allumage, c'est vrai, et lors de l'extinction du feu, si l'on ne prend le soin de les fermer : mais il ne peut en être autrement, à moins qu'on ne prenne l'air nécessaire à la combustion dans une pièce voisine chauffée à l'avance. Les grilles ou prises d'air seront soigneusement maillées et leur superficie sera calculée sur la dimension des pièces à chauffer, c'est-à-dire à deux ou trois décimètres d'ouverture franche, au moins, pour nos chambres ordinaires, et à quatre ou cinq décimètres pour les salons. On aura soin, dans les coudes et près des solives en fer, d'élargir le diamètre de la gaîne par

l'emploi de la tôle ou de tout autre métal mince et poli ; cette gaîne débouchera sous la plaque et *en avant ;* l'air s'y étalera en nappe et viendra envelopper l'appareil librement, sans chicanes ou tubes étroits qui en compliquent le passage. On ne devra jamais oublier que les appareils qui promettent de l'air à 90 ou 100 degrés aux bouches sont déplorables comme résultat hygiénique et qu'il est infiniment préférable d'avoir une grande quantité d'air à une température moyenne de 40 à 50 degrés, plutôt qu'une faible quantité à 100 degrés, c'est-à-dire, un air desséché et chargé de molécules organiques carbonisées. C'est à cette dernière cause qu'il faut attribuer, en partie, l'insalubrité de la plupart de nos calorifères et les fâcheux effets qu'ils produisent sur l'économie. Si nos cheminées d'appartements étaient pourvues de ventouses convenables et de chambres de chaleur bien disposées, nous obtiendrions trois résultats qu'on a cherchés bien longtemps et qu'il est pourtant bien facile d'obtenir : 1° pas de fumée ; 2° économie de combustible ; 3° chaleur égale dans les pièces.

Il y a certes là de quoi encourager les inventeurs ! Voilà cent soixante ans que Gauger a indiqué ces moyens dans sa *Méchanique du feu*. On a pris des milliers de brevets depuis sur les mêmes idées et Dieu sait combien il faudra encore de siécles pour répandre ces simples vérités !

DES POÊLES.

On désigne sous le nom de poêles tous les appareils de chauffage placés dans l'intérieur des pièces et consistant en une capacité fermée où se brûle le combustible.

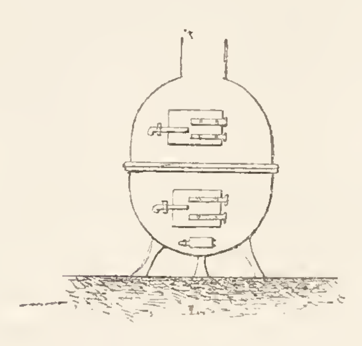
Cette capacité est généralement formée de tôle, de fonte ou de terre cuite. Dans l'origine, on fit usage en Angleterre et en Allemagne de plaques de fer forgé auxquelles on joignit plus tard les faïences sous différentes formes. Quand nous étudierons les calorifères de cave, nous verrons quelle est, au point de vue de l'hygiène, l'influence des diverses matières qui entrent dans la construction des poêles. Si l'on veut une action rapide, il faut évidemment donner la préférence aux matières bonnes conductrices, c'est-à-dire la tôle ou la fonte. Si, au contraire, on veut une action de longue durée, on devra choisir la faïence. Elle se chauffe avec moins de rapidité que la

fonte, mais elle a pour avantages de n'atteindre jamais une haute température et de ne pas modifier l'air dans ses propriétés vivifiantes; elle est aussi plus propre comme aspect. Dans ces derniers temps, une disposition particulière des foyers a permis d'obtenir avec la fonte une combustion lente, ce qui l'a fait adopter à cause de ses autres avantages. En effet, sous l'influence de la vive chaleur, la terre cuite se fend et le foyer se disjoint: on ne peut guère l'employer avec avantage que comme garniture d'intérieur. Dans ce cas, elle rend les plus grands services, car la combustion est meilleure et la chaleur plus durable. De plus, le remplacement de quelques briques réfractaires est peu coûteux et assure un très-long service aux appareils de chauffage.

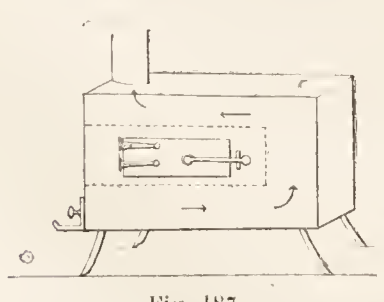
Si la cheminée est plus en faveur chez les riches, le poêle sera longtemps le partage des classes peu aisées, à cause de l'économie de son installation. En effet, la première vertu qu'on attribue aux poêles en général, et ils l'ont presque tous à peu de chose près, c'est d'être très-économiques, c'est-à-dire d'utiliser 80 à 90 % du combustible. Il ne faut pas ici se faire illusion : l'économie vient de l'absence presque totale de ventilation, si on compare l'action d'un poêle à celle d'un foyer ouvert. Rien de plus aisé que de chauffer une pièce bien close: renfermez un homme entre quatre murs avec des aliments suffisants. Sa digestion et sa respiration faisant de son corps un poêle vivant, il n'aura pas besoin de feu, mais en revanche, il empoisonnera l'atmosphère et son asphyxie ne sera qu'une question de temps.

Si les poêles sont économiques sous le rapport de l'utilisation du combustible, ils ont pour défaut : 1° de ne pas ventiler l'appartement; 2° leur enveloppe près du foyer est souvent portée au rouge; 3° ils dessèchent l'air; 4° enfin, ils n'ont pas la gaieté, la salubrité du feu apparent. En somme, les poêles ont le défaut opposé à celui de nos cheminées ; tandis que celles-ci donnent de la ventilation sans chaleur, les poêles donnent de la chaleur sans ventilation. Leur choix n'est donc pas sans importance, puisque, généralement, ils altèrent la composition de l'air qu'ils dessèchent à l'excès et ils le mêlent souvent aux produits de la combustion par les joints ou fissures des tuyaux de fumée. Évitons qu'on dise, comme Montaigne, en parlant des poêles allemands de son temps : « Ce sont des poêles à chaleur croupie et à mauvaise senteur. » Il faudra préférer ceux qui réunis-

sent les avantages suivants: 1° nettoyage facile et sans poussière au moyen d'une grille inférieure mobile laissant tomber tous les déchets de la combustion dans un cendrier fermé; 2° foyer entouré de briques réfractaires avec enveloppe de fonte garnie de nervures nombreuses pour multiplier les surfaces de transmission; 3° prise d'air extérieur passant autour du poêle; c'est là que doit être posée la clef ou registre et non dans le tuyau de fumée dont les gaz doivent toujours avoir une libre issue. La double enveloppe du poêle aura pour effet d'activer le tirage autour du foyer et d'empêcher, dans une certaine mesure, qu'il ne soit porté au rouge; 4° réservoir d'eau placé au-dessus, pour saturer l'air de l'humidité nécessaire; 5° capacité suffisante et disposée pour que la combustion du foyer soit vive ou durable, à volonté, et n'exige du soin qu'une ou deux fois par jour.


Fig. 186.

Le poêle le plus simple, mais aussi le plus insalubre, est celui dit « de corps de garde » (fig. 186), formé de deux capacités séparées par une grille; il a, par le haut, une porte pour mettre le combustible, et par le bas une autre porte pour le cendrier. Cet appareil a tous les défauts: il dessèche l'air et rougit au point qu'il n'est pas possible d'en approcher. On y a remédié en l'enveloppant d'une chemise de tôle: entre les deux intervalles circule, soit l'air de la pièce, soit l'air venant d'une prise extérieure. L'enveloppe a pour effet d'activer le refroidissement de la fonte et d'empêcher jusqu'à un certain point qu'elle ne rougisse, mais, en revanche, le rayonnement horizontal de l'appareil est diminué, et les couches d'air chaud s'élèvent avec rapidité vers le plafond. Il en résulte souvent des différences de température de 10 et 15 degrés entre le haut et le bas des pièces, chose très-fâcheuse, à moins que cet effet ne soit contrebalancé, comme nous le verrons plus tard pour les écoles, par un appel en contre-bas.


Fig. 187.

Le poêle américain des classes pauvres, fig. 187, sert à la fois au chauffage des pièces et à la cuisson des aliments : il a été imité chez nous dans le

nord sous toutes les formes et il y est maintenant très-répandu dans les petits ménages.

Nous avons donné ailleurs les modèles les plus usités aujourd'hui, fig. 141 et 142, des poêles du nord qui n'ont pas changé de principe depuis deux siècles. Avant de décrire les différents poêles modernes, revenons un peu en arrière et étudions les modifications successives qu'a subies un appareil qui sert aujourd'hui en Europe et en Amérique à plus de deux cents millions d'hommes.

Nous avons vu les premiers poêles paraître en Allemagne vers le commencement du dix-septième siècle. Le premier poêle portatif est le brasero, usité depuis un temps immémorial sous différents noms chez les Chinois, les Persans, les Grecs, et encore aujourd'hui chez tous les peuples du midi. Au moyen âge, nous le voyons (fig. 85) prendre une forme plus commode pour le chauffage des églises et des couvents. On l'emploie aujourd'hui à Paris avec des réflecteurs pour le séchage des murs. En Allemagne, F. Keslar nous donne, en 1619, la forme et la théorie complète des poêles de son temps. Vers 1680, Dalesme propose un appareil à flamme renversée; puis Franklin invente en 1742 sa cheminée-poêle, qui était un grand progrès pour l'époque, mais que sa complication et son prix élevé ont fait abandonner. Après Franklin, le marquis de Chabannes applique au poêle métallique son système de tubes multiples environnés partout par la flamme et destinés à augmenter considérablement l'utilisation du combustible : cette idée a été brevetée depuis par une foule de constructeurs.

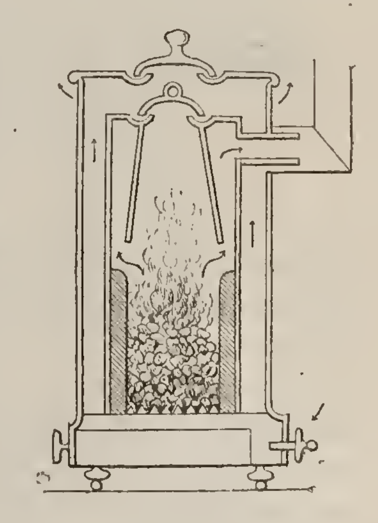


Fig. 188.

J'arrive au véritable inventeur du poêle salubre, le docteur Arnott qui, en 1855, proposa le modèle figure 188, tirée de son livre. On y voit : 1° l'arrivée de l'air réglée par un tampon, c'est-à-dire la combustion lente; 2° le chargement du combustible par le haut, au moyen d'un couvercle portant dans une rainure sablée; 3° la garniture du foyer avec des briques réfractaires; la double enveloppe en tôle. Cet appareil a été copié, réinventé et rebreveté cent fois depuis ce moment, sans apporter aucun principe nouveau. La figure 189 repré-

sente le modèle le plus usité actuellement et l'un des plus convenables pour l'usage des vestibules et antichambres, où il occupe peu de place et demande fort peu d'entretien. Lorsqu'on a une prise d'air extérieur, on trouve réuni ce qu'on exige dans un

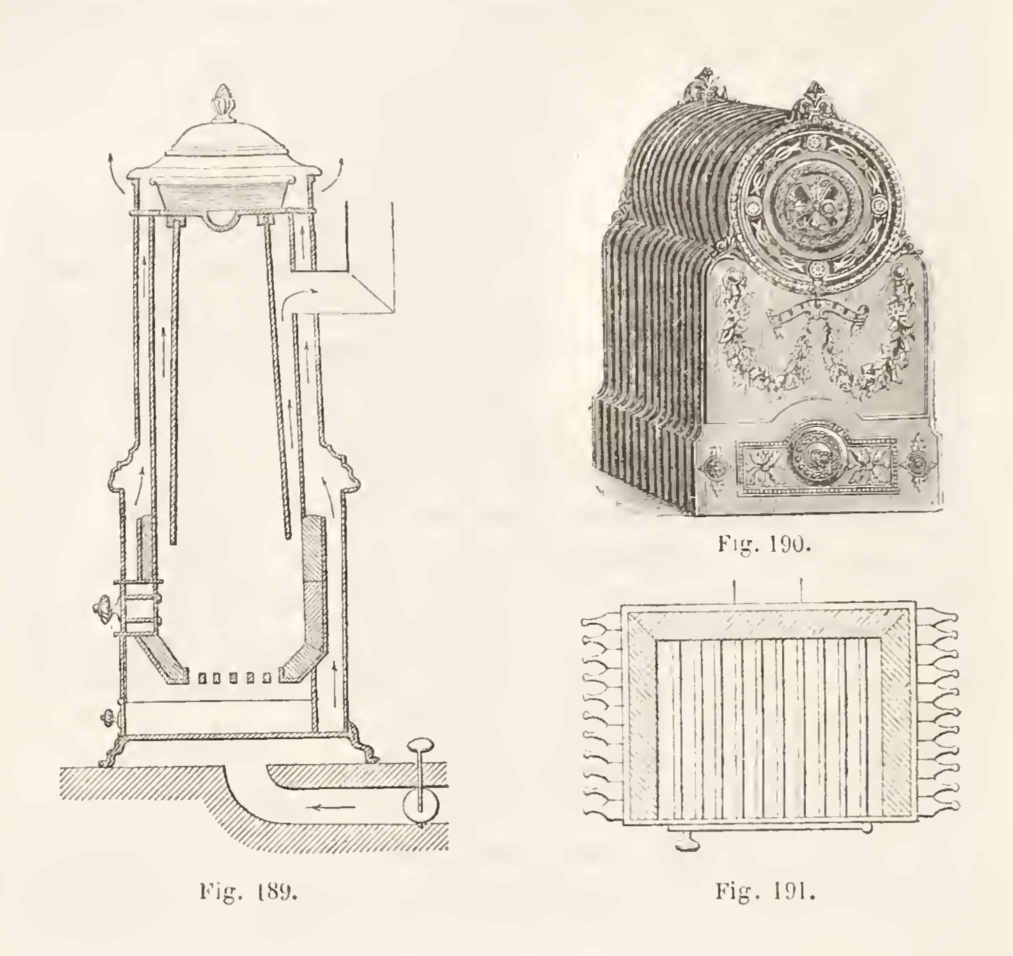


Fig. 190.

Fig. 189.

Fig. 191.

poêle : 1° Avoir une forme sobre et simple ; 2° tenir peu de place ; 3° entretenir longtemps la combustion ; 4° renouveler l'air de la pièce.

Après le docteur Arnott, un ingénieur anglais, M. Sylvester, apporte au poêle une modification qui a causé une véritable révolution dans les appareils de chauffage. Le principe nouveau mis en œuvre (fig. 190 et 191), consiste dans la multiplication des surfaces de transmission de la chaleur au moyen de plaques munies de nervures nombreuses. Le poêle est garni intérieurement de briques réfractaires et, par devant, d'une grille fermée par une porte. On a, si l'on veut, un foyer rayonnant à grille ordinaire ; si l'on ferme la

porte, on règle le feu par le cendrier du bas et l'on a un poêle à combustion lente. Il serait salubre et complet, s'il était entouré d'une enveloppe recevant l'air extérieur pour ventiler la pièce.



Fig. 192.

L'idée de Sylvester fut modifiée quelques années après par M. Gurney, qui prit un brevet pour l'appareil figure 192. Sauf la forme arrondie, il ressemble au poêle de Sylvester comme principe de transmission multiple. Il en diffère cependant en ce que, souvent, il n'est pas garni de briques à l'intérieur et que, pour empêcher le foyer de rougir, l'appareil repose sur une cuvette remplie d'eau qui se vaporise d'autant plus vite que la combustion est plus active. Il y aurait tout avantage à remplacer la cuvette, dont l'aspect est peu élégant, par un vase convenable placé dans la partie supérieure, et à garnir le foyer intérieurement de briques réfractaires. Cet appareil a un mérite incontestable, c'est d'avoir vulgarisé parmi nos constructeurs l'idée des nervures ou ailettes pour multiplier les surfaces de transmission.

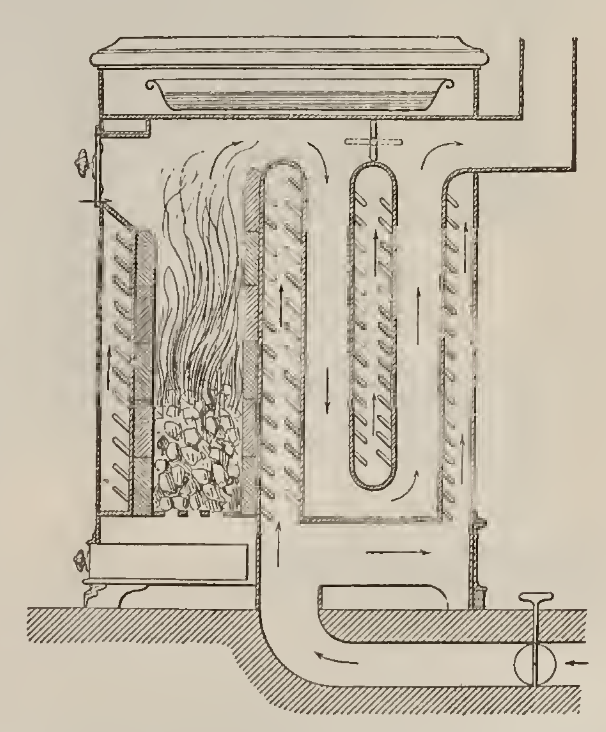


Fig. 193.

Une autre forme de poêle (fig. 193) se fait à Belfast et combine les avantages du poêle du docteur Arnott avec ceux de Sylvester; l'intérieur est garni de briques; le départ de fumée a lieu par le haut pour l'allumage, puis la flamme se renverse et de nombreuses lames métalliques viennent donner une transmission de chaleur considérable.

Quand les poêles seront installés dans les vestibules ou dans les

escaliers d'une habitation, il sera bon d'utiliser le tuyau de fumée en le faisant passer dans une double enveloppe en tôle percée haut et bas pour chauffer les paliers de chaque étage.

L'usage des poêles est maintenant très-répandu en France, et tous

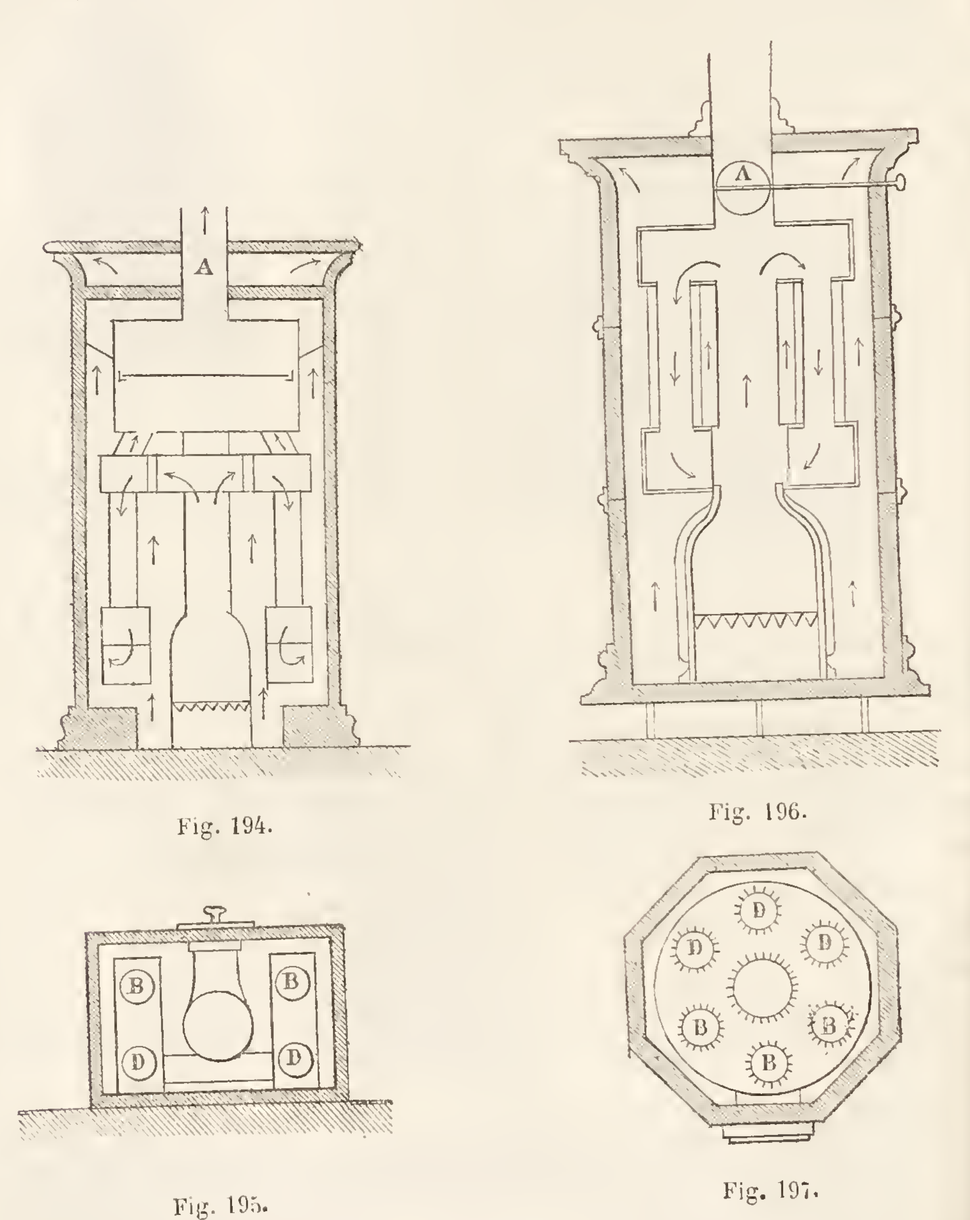


Fig. 194.

Fig. 196.

Fig. 195.

Fig. 197.

rentrent plus ou moins dans les principes que nous venons d'exposer. Dans le nord, la fonte est presque seule en usage; dans l'est, on préfère les appareils de faïence à circulation de fumée intérieure (fig. 194 et 195); c'est une transition avec les poêles allemands, et ils ont sur

nos poêles de Paris cet avantage qu'ils utilisent le bas de l'appareil par une circulation à flamme renversée. Les figures 196 et 197 reproduisent cette disposition appliquée aux poêles d'appartement et donnant une économie considérable de combustible. Une fois le feu allumé et le tirage établi par l'ascension directe de la fumée, on ferme la clef A placée à la partie supérieure du poêle et la fumée se renverse dans les tubes B et les tambours intérieurs pour remonter dans d'autres tubes verticaux D : c'est là une disposition des plus favorables

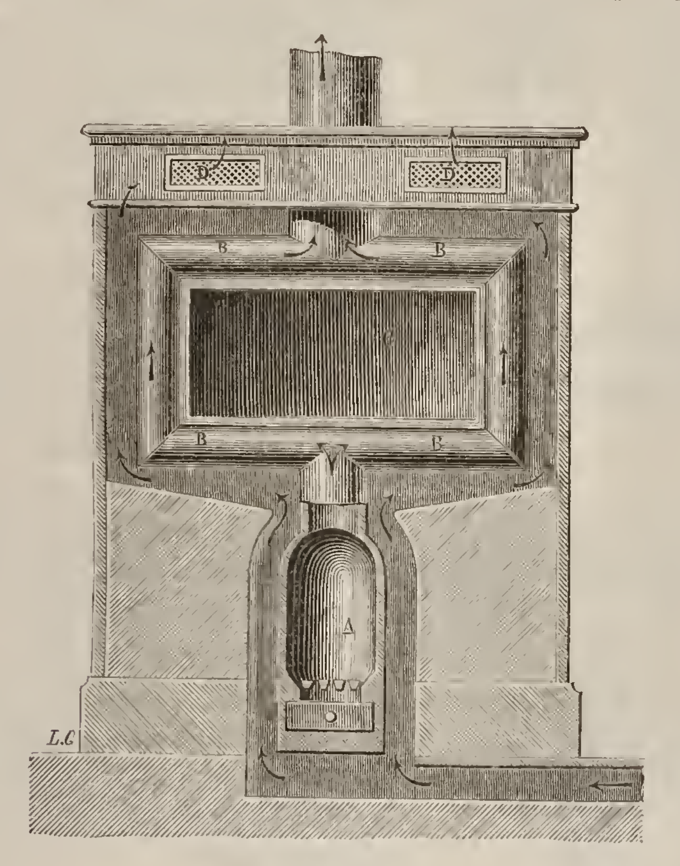
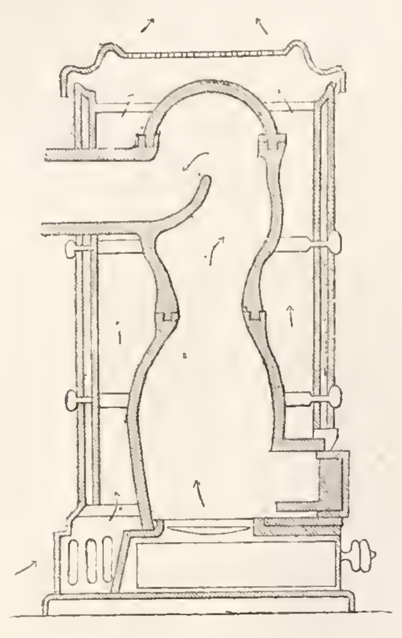


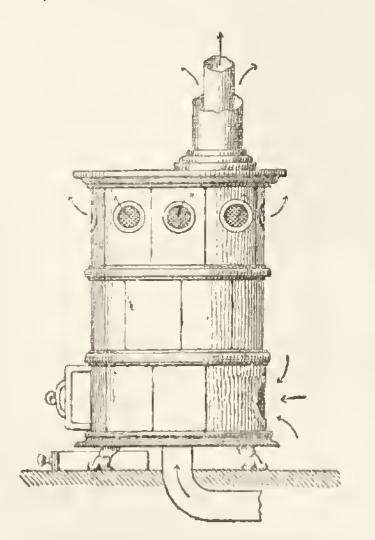
Fig. 198.

qu'on retrouve dans tous les poêles du nord et qu'on devrait appliquer partout. La figure 198 représente en coupe le chauffage le plus usité dans les salles à manger de Paris. On y voit la prise d'air extérieur, la cloche en fonte pour le combustible, la circulation de fumée autour de l'étuve ou four destiné au chauffage des assiettes. Au-dessus, les bouches de chaleur, qu'on fait toujours trop étroites. Cette construction est inférieure à celle de la figure 194, comme utilisation de la fumée. En outre, la cloche devrait être à nervures.

Il existe sur ces poêles de faïence, comme sur beaucoup d'autres, une erreur qu'il importe de rectifier : on les considère comme plus salubres que les appareils de fonte, et l'on oublie que ce ne sont, en fait, à l'intérieur, que des poêles métalliques avec foyer et surface de transmission en fonte et tôle seulement. L'enveloppe de faïence qui les recouvre n'a qu'une qualité, c'est d'être d'un aspect plus gai et d'un entretien facile; mais, en revanche, ses surfaces polies et blanches sont très-mauvaises conductrices, c'est-à-dire, le contraire de ce qu'on cherche dans un appareil de chauffage.


Fig. 199.

Pour remédier à ce défaut, M. Muller a proposé un poêle (fig. 199) entièrement composé de terre réfractaire : il supprime complétement le métal, sauf pour la grille et les liens ou cercles destinés à maintenir les différentes pièces dans leurs positions. La houille donnant une chaleur trop vive, le combustible à employer est le coke; l'enveloppe elle-même est en terre cuite émaillée et l'ensemble est conforme aux données de la science; mais, dans la pratique, il est à craindre que les fissures ne laissent passer les gaz de la combustion et que le creuset inférieur n'ait qu'une médiocre durée.


Fig. 200.

M. Muller a aussi proposé un poêle salubre fondé sur des principes rationnels de ventilation (fig. 200); l'air pur extérieur, chauffé au contact de l'appareil, s'élève vers le plafond et revient vers le bas sous l'appel du tuyau de fumée, de manière à égaliser la température et à renouveler l'air de la pièce.

On remarquera que les matériaux employés jusqu'ici dans les

poêles sont la terre cuite, la fonte et la tôle. Il est une circonstance où ces matériaux doivent être entièrement exclus à cause de leur fragilité; c'est quand il s'agit de les appliquer aux usages des troupes en campagne. Dans ce cas, il faudra employer exclusivement le fer, en l'adaptant comme forme à la cuisson rapide des aliments et même au chauffage des campements mobiles.

Parmi les progrès modernes réalisés dans les poêles, on peut citer ceux que MM. Geneste et Herscher frères ont disposés avec mon foyer pour l'intérieur des salles d'hôpital. On sait que les foyers ouverts sont presque indispensables dans les salles de malades : 1° pour en assurer la salubrité, à cause de l'évacuation considérable qu'ils procurent de l'air vicié; 2° pour entretenir la chaleur des tisanes et des appareils à pansement; 3° pour vivifier la salle et servir de lieu de réunion; 4° enfin, pour exercer cette influence particulière qu'ont les feux apparents sur l'air respirable, surtout dans les salles de malades. Les figures 201, 202 et 203 représentent la coupe d'un

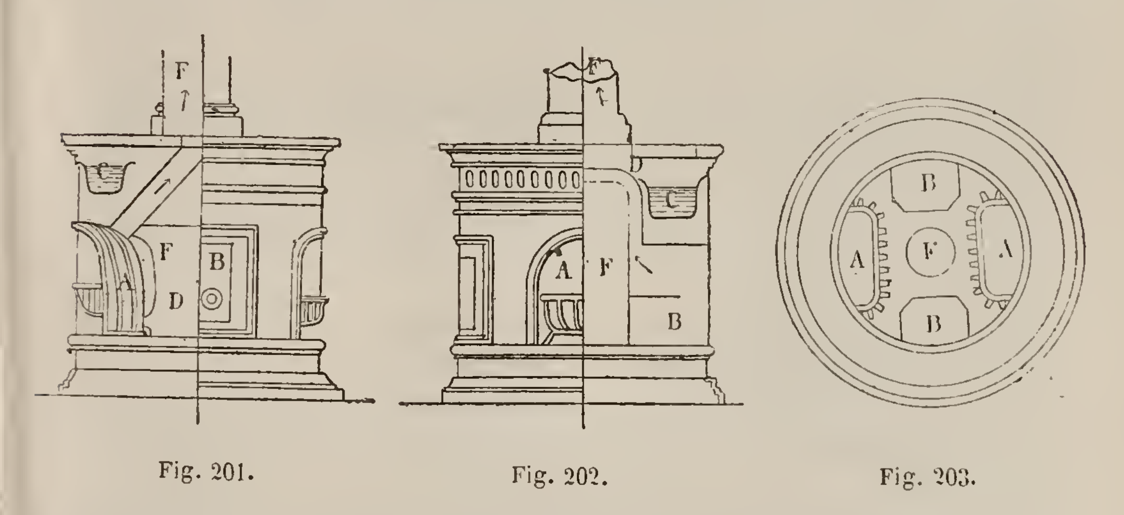


Fig. 201. Fig. 202. Fig. 203.

poêle disposé avec double foyer réflecteur A : B est une étuve pour tisane; C est un vase à eau chaude; D une ouverture d'aspiration. Deux de ces poêles, placés sur deux points opposés, forment quatre foyers qui agissent à distance dans toute l'étendue d'une salle et en assurent à la fois la ventilation et le chauffage dans des conditions parfaites de salubrité.

Terminons en rappelant un des poêles les plus simples pour coke et à combustion lente qui a eu le plus de succès dans les trente der-

nières années, celui de mon homonyme. La figure 204 en donne la coupe. La boîte A qui renferme le coke est percée de trous par le bas, pour admettre l'air nécessaire à la combustion par un registre à coulisses. A Paris, elle est simplement renfermée dans une enveloppe en tôle : à Londres, cette enveloppe B est double et garnie de sable fin ou de terre à four et le couvercle supérieur pose dans une rainure qui empêche la sortie de la fumée. On voit que c'est un appareil très-économique, pouvant entretenir la combustion pendant de très-longues heures à l'abri des gaz brûlés, mais il ne peut convenir que dans les pièces où le renouvellement de l'air n'est pas indispensable.

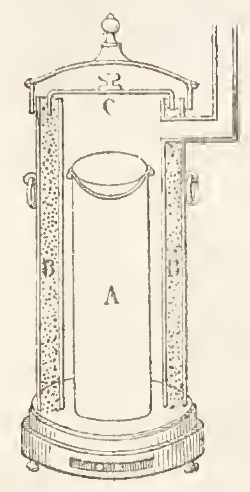


Fig. 204.

DE L'INSALUBRITÉ DES POÊLES DE FONTE.

D'après les discussions qui sont consignées dans les comptes rendus de l'Académie des sciences, en date du 3 mai 1869, il serait prouvé que les poêles en métal *portés au rouge* peuvent donner lieu à une formation d'oxyde de carbone, gaz éminemment toxique, et que cette formation peut provenir :

1° De la perméabilité de la fonte par le gaz qui passerait de l'intérieur du foyer à l'extérieur ;

2° De l'action de l'oxygène de l'air sur le carbone de la fonte ;

3° De la décomposition de l'acide carbonique de l'air par son contact avec le métal ;

4° De l'influence de l'acide carbonique formé par la respiration, ou par les poussières et les miasmes organiques en suspension dans l'air. Voilà pour les données récentes de la théorie.

Pour résoudre la question d'une manière pratique, nous devons examiner à la fois les points suivants :

1° Il faut se rappeler que l'air agit sur notre organisme de plusieurs manières : d'abord par sa température, par sa composition, ensuite par son degré de pureté, enfin par son degré d'humidité ;

2° Il faut tenir compte de la nature et du mode de construction des

appareils de fonte employés, du degré de ventilation des pièces où on fait le feu, de la position du départ de fumée, du tirage de la cheminée, etc.

Dans mon opinion, le mauvais effet des poêles de fonte tient à diverses causes que je vais succinctement examiner. On a fait à cette pauvre fonte un procès qu'il faut absolument éclaircir. On lui a fait l'honneur de causer des fièvres typhoïdes ou intermittentes, des ataxies catarrhales, etc., qui proviennent de toute autre cause. Sans doute, les surfaces céramiques, comme moyen de transmettre la chaleur, sont excellentes; mais leur mauvaise conductibilité, qui est une qualité en Suède ou en Prusse où le chauffage est permanent, devient un grand inconvénient dans d'autres climats. De même, pour le chauffage des serres; l'eau, qui emmagasine la chaleur pour la nuit, est un bon moyen à employer quand la température d'un lieu doit être constante; mais, dans beaucoup de cas, comme pour le chauffage domestique, un moyen d'action plus prompt est indispensable. Que la fonte soit perméable au gaz, surtout lorsqu'elle est chauffée au rouge, rien de plus naturel. Son examen au microscope l'a fait voir parfaitement poreuse, tandis que le fer, sous forme de tôle, soumis au laminoir, reçoit dans la disposition de ses molécules une modification qui en diminue évidemment la porosité. Tout cela est admissible ; mais là n'est pas la vraie et la seule cause du mal qu'on attribue à la fonte par le chauffage; ces causes sont nombreuses et il faut les chercher ailleurs.

D'abord, dans la plupart des appareils usités, la proportion du foyer avec les surfaces de transmission n'est pas observée; en d'autres termes, jamais, si ce n'est dans les nouveaux appareils à nervures, la cloche qui reçoit le combustible n'est en harmonie avec les surfaces destinées à transmettre de la chaleur, surtout si l'on brûle de la houille. Il en résulte que, sur un point donné du foyer, il y a un développement énorme de chaleur insuffisamment ou trop lentement transmise aux autres parties de l'appareil. De là, des dilatations inégales dans les fissures ou les joints imparfaits qui laissent passer les produits de la combustion, c'est-à-dire des gaz délétères. La preuve en est dans le noircissement des plinthes au voisinage des bouches de chaleur de nos appartements. A ce premier défaut, il y a plusieurs remèdes : ainsi, on peut proportionner la surface du foyer aux surfaces de transmission et, surtout, recevoir le coup de feu dans une

cloche intérieure garnie de briques réfractaires et de nervures métalliques, puis entourer le foyer ou l'appareil d'une double enveloppe qui établisse à l'entour un courant d'air très-rapide. C'est ici le cas de remarquer que si le tirage de la cheminée est convenablement réglé, il n'y a aucune raison pour que les gaz brûlés passent de l'intérieur du foyer à l'extérieur; c'est le contraire qui devrait avoir lieu à cause des différences de température.

Voyons le second défaut des poêles de fonte. C'est celui de tous les poêles en général, et on l'a dit cent fois : ils utilisent quelquefois jusqu'à 90 °/₀ de la chaleur produite par la combustion; mais comme le tuyau de fumée est généralement très-étroit, ils produisent de la chaleur sans ventilation; c'est le contraire de nos cheminées, qui produisent de la ventilation sans chaleur.

Ici encore, le remède est facile : ou bien, il faut faire servir le tuyau de fumée à renouveler l'air de l'appartement par des appels convenablement placés; on comprend alors qu'on utilisera moins le combustible; ou bien, il faut établir dans la pièce des moyens accessoires de ventilation, moyens proportionnés au nombre des personnes présentes, à la température ou à la dimension de la pièce, etc.

En troisième lieu, on a reproché aux poêles de fonte de causer des maux de tête.

Rien de plus naturel : les symptômes éprouvés par tout le monde sont ceux qu'on ressent sous l'influence de l'air desséché à l'excès. Cet air, pour être respirable et normal, doit renfermer, outre l'azote et l'oxygène, une certaine quantité d'eau à l'état de vapeur. L'absence de cette vapeur détermine de la sécheresse à la gorge, des maux de tête chez les uns, de la lassitude et de l'abattement chez les autres, suivant l'âge et les dispositions de chacun. La peau et les voies respiratoires doivent suppléer à ce manque d'humidité de l'air : de là ce malaise indéfini plus ou moins ressenti par tous.

Ici encore, le remède est facile : des surfaces d'évaporation d'eau, en quantité convenable, doivent toujours accompagner un appareil en fonte, à moins que cet appareil ne soit placé dans une antichambre ou un escalier où le renouvellement de l'air est fréquent et abondant.

En quatrième lieu, les poêles de fonte surchauffés ont pour effet de brûler et de carboniser tous les ferments, les molécules organiques et les produits de la respiration animale en suspension dans l'air, sur-

tout dans les villes. Il y a là des milliards de cadavres microscopiques qui nous empoisonnent par la respiration et qui, dans mon opinion, jouent un très-grand rôle dans les maladies observées lors de l'emploi des poêles de fonte. J'ai dit, en premier lieu, ce qu'il y avait à faire : proportionner la surface du foyer avec la dimension de l'appareil, procurer une grande quantité d'air élevé à une température moyenne, puis faire introduire dans la double enveloppe dont j'ai parlé, de l'air pris à l'extérieur dans un lieu sain et destiné à renouveler celui de la pièce.

J'ajouterai que jamais, dans les poêles, on ne doit mettre de clef au-dessus du foyer, soi-disant pour régler le tirage; cette clef doit toujours être en dessous, à l'arrivée de l'air, c'est-à-dire, de l'élément de la combustion. Les gaz brûlés doivent toujours avoir un libre passage à l'extérieur.

En résumé, les poêles de fonte peuvent donner un chauffage salubre, s'ils réunissent les conditions suivantes :

1° Il faut que le foyer soit en harmonie avec la surface de transmission et que, par sa disposition, il ne soit, dans aucun cas, porté au rouge, dans ses parties exposées au contact de l'air de la pièce.

2° Il faut que le passage de fumée soit libre et d'un diamètre proportionné au foyer ainsi qu'au degré de ventilation que ce dernier doit procurer, en même temps que le chauffage de la pièce.

3° Il faut accompagner l'appareil d'une surface d'évaporation qui maintienne l'atmosphère à un degré d'humidité convenable.

Que l'on prenne les précautions que nous indiquons et l'on verra disparaître les inconvénients de la fonte qui, dans une foule de circonstances, par son bon marché, par les formes variées qu'elle permet, par son grand pouvoir conducteur, offre aux constructeurs des ressources que rien, jusqu'à présent, n'a pu remplacer.

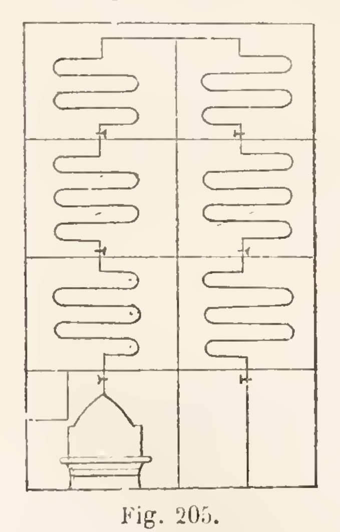
DES CALORIFÈRES A AIR CHAUD.

Les calorifères sont des chambres closes renfermant un foyer intérieur destiné à chauffer de l'air pris extérieurement et à l'envoyer dans des locaux plus ou moins éloignés. Ils se composent généralement : 1° d'une prise d'air extérieur; 2° d'un foyer; 3° de tuyaux de fumée plus ou moins contournés et multipliés; 4° d'une enveloppe entou-

rant la chambre de chaleur; 5° enfin de conduites d'air chaud partant de la partie supérieure de l'appareil. Souvent, on y ajoute divers moyens d'appel pour faciliter l'arrivée de l'air dans les pièces.

On comprend facilement que de grands espaces, comme les édifices publics, ne peuvent être chauffés par des appareils à foyer rayonnant, car, près des foyers, la chaleur serait insupportable, et, loin d'eux, elle ne saurait suffire. Augmenter le nombre des foyers serait un énorme surcroît de dépense et un travail d'allumage et d'entretien considérable; il y aurait enfin plus de dangers d'incendie, surtout dans des lieux publics. De là, la nécessité de chauffer en gros et non en détail par des appareils à un seul foyer, mais à ramifications multiples. Trois moyens sont usités pour envoyer de la chaleur au loin : l'air chaud, l'eau chaude et la vapeur. Chacun d'eux a ses avantages et ses inconvénients : nous les examinerons successivement.

Rappelons ici que les plus anciens calorifères, si on peut les nommer ainsi, sont, en Chine, les « kangs » ou bancs creux en terre cuite, placés tout autour de l'appartement, et dans l'intérieur desquels circule la chaleur d'un foyer situé à l'une des extrémités. Après les Chinois, viennent les Romains, qui chauffaient (fig. 82) les murs à double paroi. Leurs hypocaustes avaient un foyer extérieur dont la flamme passait sous des planchers de pierre, supportés par des piliers assez espacés pour qu'on pût en faire le nettoyage. Le sol, formé de plusieurs couches de tuiles et de mosaïque, donnait alors un chauffage salubre et rationnel. Il n'y avait pas de produits de la combustion dans les pièces, et la chaleur, venant d'en bas, était égale partout, résultat que nous n'obtenons aujourd'hui que par la ventilation renversée. Rien de nouveau comme invention ne paraît jusqu'à la fin du siècle dernier, où nous voyons, d'abord en Angleterre, des essais pour chauffer de grands espaces.


Fig. 205.

Dès 1745, le colonel W. Cook propose l'emploi de la vapeur circulant dans des tubes. La figure 205, de l'époque, indique ce qu'il propose pour chauffer toutes les pièces d'une maison par le foyer de la cuisine. On y remarque déjà les robinets de circulation et les serpentins actuels.

Une application pratique de cette idée fut faite en 1784 par J. Watt, qui employa la vapeur pour chauffer ses bureaux. Son associé Boulton l'applique ensuite au chauffage des bains, puis, plus tard, à celui des filatures de coton.

Le premier brevet pour l'emploi de la vapeur fut pris ensuite par John Hoyle, en 1791 : « les tuyaux de vapeur montaient au sommet du bâtiment et descendaient par une pente douce vers le réservoir de condensation, après avoir circulé dans les pièces. »

Quant aux calorifères à cloches de métal et à circulation d'air chaud, le premier semble avoir été construit par Strutt, en 1792, pour l'hôpital de Derby. Ch. Sylvester, qui décrit cette invention, fait sentir l'importance des conduits à large section et la nécessité d'obtenir une grande quantité d'air à une moyenne température. De plus, lors de l'emploi du calorifère à air pour le chauffage de l'église de Derby, il applique le principe qui consiste à appeler l'air même de l'édifice vers le foyer, pour opérer un mouvement de retour qui favorise l'égalité de la température, comme on le fait aujourd'hui.

Après lui, les premiers progrès importants à signaler sont dus au marquis de Chabannes, qui, en 1813, propose d'augmenter la surface de chauffe des poêles et des calorifères, en faisant circuler la flamme et la fumée autour de nombreux tuyaux plongés dans les foyers et recevant par en bas l'air extérieur. Son idée (fig. 206), tirée de ses

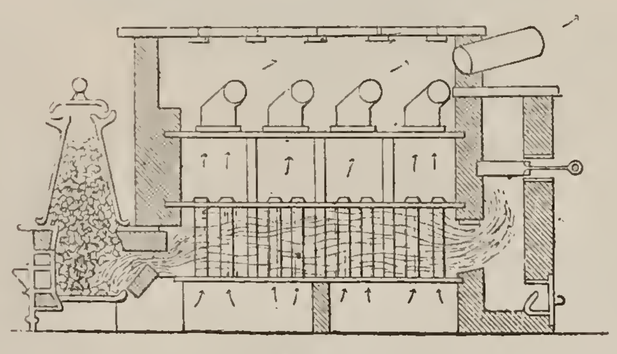


Fig. 206.

mémoires, a été appliquée chez nous par Marc Séguin, aux locomotives, et par Fondet, aux cheminées d'appartement. Elle a servi de modèle à une foule de constructeurs qui l'ont copiée et modifiée de cent manières. Si le progrès qu'elle a apporté a d'abord été lent à se produire, cela tient à l'imperfection des moyens de travailler le fer et la fonte à cette époque.

En continuant l'étude des calorifères, au point de vue de l'hygiène et de l'économie du combustible, nous serons amené à signaler une révolution complète dans leur construction, comme nous l'avons déjà fait remarquer à l'occasion des poêles de fonte, et il ne sera pas sans intérêt de suivre une transformation, qui, de nos jours, s'est appliquée à presque tous les appareils de chauffage français et étrangers. Nous voulons parler de l'emploi des cannelures à l'intérieur des foyers et des nervures ou ailettes à l'extérieur.

Dès 1810, le nouveau mode de transmission était appliqué en Angleterre pour sécher les étoffes. Deacon avait déjà employé, pour

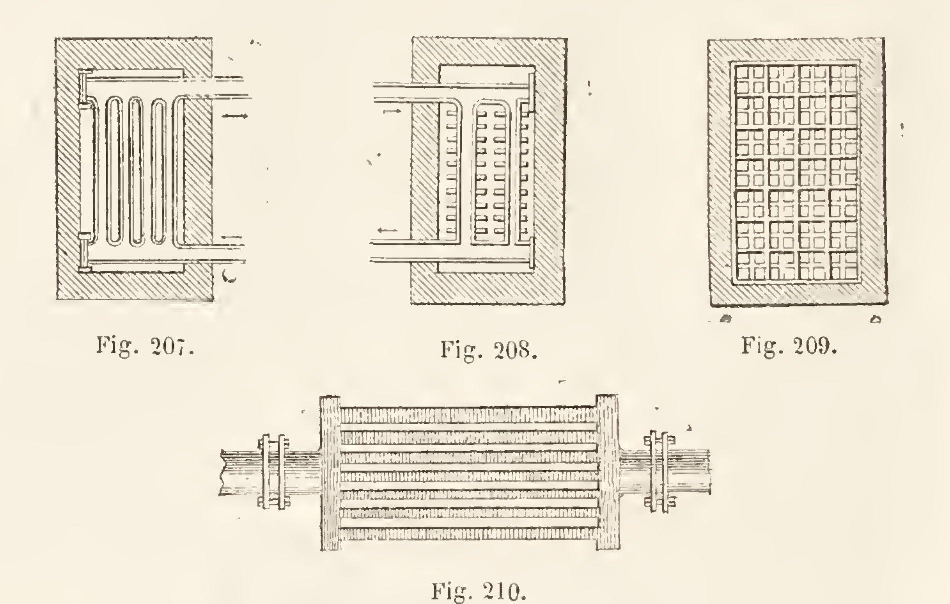


Fig. 207. Fig. 208. Fig. 209.

Fig. 210.

le chauffage, des tubes plongés dans l'eau chaude et traversés par l'air chassé par un ventilateur. C'est alors qu'on voit paraître, non-seulement les serpentins (fig. 207), mais aussi les ailettes (fig. 208), la forme de ruche à miel (fig. 209), ou les tubes divisés (fig. 210), qui jouent aujourd'hui un si grand rôle dans les appareils de chauffage. Le brevet de Sylvester, relatif aux poêles à ailettes, date de 1835. La démonstration de l'efficacité de ces ailettes se fait par un moyen bien simple, proposé par un ingénieur anglais, Wye Williams, qui se fit breveter en 1841 pour l'application des nervures aux chaudières de machines à vapeur. La figure 211 indique un double tube rempli d'eau et garni de nervures dans une de ses moitiés; si l'on allume le bec de gaz placé au centre, l'eau contenue dans la partie privée de nervures mettra plus du double de temps à se mettre en ébullition.

La même expérience, publiée dans le « Mechanics Magazine, » en 1842, a été faite sur trois chaudières identiquement semblables et traversées par un tuyau chauffé par une couronne de becs de gaz. La première était percée par un tuyau uni (fig. 212), la deuxième par un tuyau muni d'ailettes intérieures (fig. 213), la troisième par des ailettes doubles (fig. 214). La quantité d'eau évaporée par chaudière pour une égale quantité de gaz brûlé, a été dans la proportion de 2 kil. 1/2 pour la première, 4 kil. pour la seconde et 4 kil. 1/2 pour la troisième.

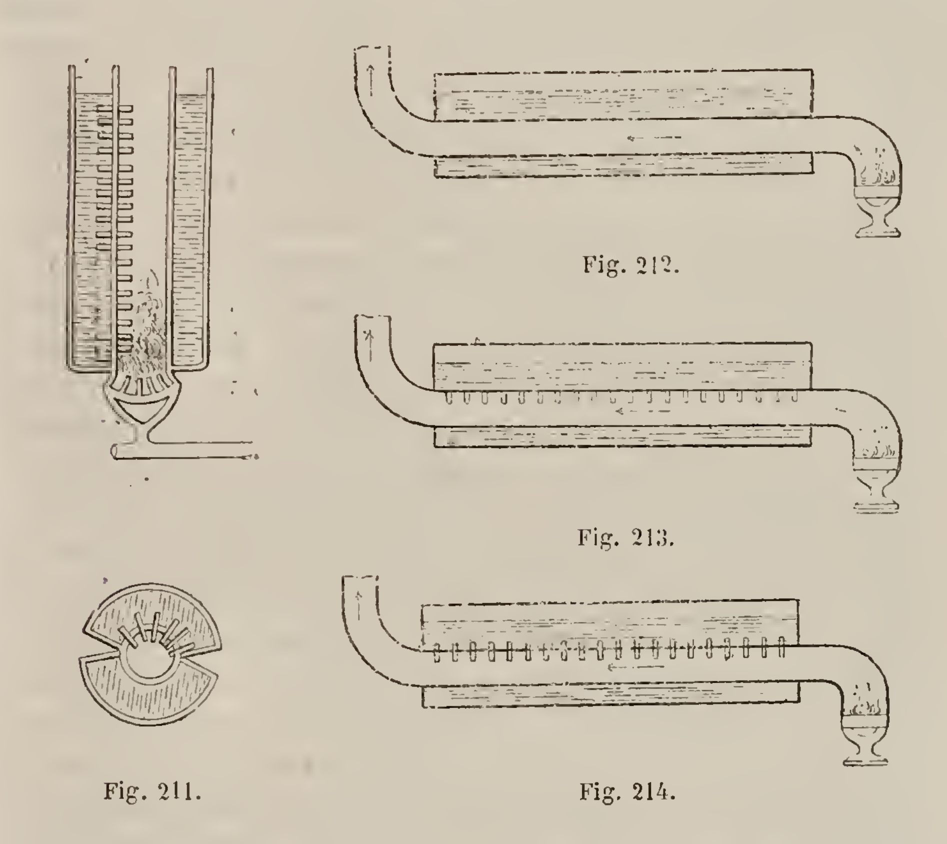


Fig. 212.

Fig. 213.

Fig. 211.

Fig. 214.

Les nervures ont été appliquées depuis longtemps dans les chaudières marines, et Péclet en avait aussi conseillé l'usage pour augmenter la puissance de transmission des surfaces de chauffe. Ces expériences sont concluantes pour prouver l'utilité des nervures ou ailettes actuellement ajoutées à tous les appareils de chauffage métallique.

Sylvester a appliqué les mêmes principes, dès 1845, dans les poêles destinés au chauffage de l'air. Depuis cette époque, il a été imité par Gurney et par tous les autres constructeurs.

Il nous faudrait un volume pour décrire toutes les formes qu'on a données en divers pays aux foyers et à la direction des tuyaux de fu-

mée dans les calorifères à air chaud. La simplicité et l'économie de leur installation les a fait généralement préférer aux autres systèmes, mais presque tous pèchent par un défaut capital, celui de modifier d'une manière fâcheuse les propriétés de l'air qu'ils envoient dans les pièces, surtout quand ils sont portés à une haute température.

En effet, les calorifères de fonte sont généralement faits de plusieurs pièces qui se déjoignent, plus ou moins, sous l'influence de la dilatation ou du retrait causé par le foyer. Rien ne peut résister à ces deux effets : dans la pratique, on y obvie, en partie, en faisant reposer chaque pièce dans une rainure à bain de sable fin, mais ce moyen n'est pas toujours suffisant, car pas un calorifère ne pourrait servir de réservoir étanche pour l'eau, à plus forte raison pour les gaz. En outre de cela, on a le tort de fermer souvent par une clef les conduits de fumée, au lieu de fermer l'accès de l'air au-dessous du foyer. Que la fonte soit poreuse, on en a la preuve certaine dans les essais que fait la Compagnie du gaz pour soumettre les conduites à des pressions énergiques avant de les employer. Maintenant, que se passe-t-il dans un calorifère ordinaire placé dans une enveloppe? Il s'opère deux courants, l'un intérieur par le foyer, l'autre extérieur dans la chambre de chaleur et aboutissant aux bouches. Si le premier est le plus actif, et cela a lieu quand le tirage de la fumée est suffisant et le foyer bien allumé, alors, tout est pour le mieux, et il y a plutôt tension des gaz de la chambre de chaleur à passer dans le foyer qu'il n'y a passage de fumée du dedans au dehors, à cause des différences de température; mais, si c'est le contraire, et cela arrive, surtout quand on diminue trop par une clef le passage de la fumée ou quand on recharge le foyer, alors une portion des gaz brûlés passe par les joints à l'extérieur, et produit les effets toxiques que tout le monde connaît, effets qui ne ressemblent en rien à ceux des poêles de terre cuite usités dans le nord. On sait, en outre, que la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère est composée d'hydrogène et d'oxygène et que la fonte n'est que du fer combiné avec le carbone. Il est fort possible que la fonte, arrivée à une certaine température, désassocie les deux éléments de l'eau en combinant l'oxygène avec son carbone, et donne lieu à une formation d'oxyde, qui, bien que très-minime, suffit pour causer du malaise. Signalons enfin une autre cause de viciation de l'air, quand il passe sur des surfaces métalliques surchauffées, c'est la carbonisation des matières organiques

tenues en suspension dans l'air en grande quantité, surtout dans les villes.

L'un des exemples que l'on cite des fâcheux effets de certains calorifères est celui du Jardin des Plantes, où l'on avait installé un appareil destiné à chauffer la cage des singes en hiver; ces derniers se tenaient blottis près des bouches de chaleur, à ce point, qu'ils contractèrent presque tous des maladies de poitrine dont ils moururent.

C'est le cas d'ajouter ici qu'il y a sur la nature de l'air chauffé quelques erreurs qu'il n'est pas inutile de rectifier. Ainsi, on croit que le chauffage à l'eau chaude donne de la chaleur humide. Rien de plus faux : les tuyaux sont parfaitement étanches, et l'évaporation qui se produit en minime quantité n'a lieu que par l'entonnoir d'alimentation ou les vases d'expansion situés généralement en dehors. La chaleur ici diffère de celle du poêle par plusieurs motifs : d'abord, elle est plus régulière ; aucun des produits de la combustion ne peut passer dans les pièces ; l'air ambiant n'est pas exposé au contact d'un foyer souvent porté au rouge et brûlant, comme nous l'avons dit, les matières organiques si abondantes dans l'air des grandes villes ; il n'y a pas de courant d'air provenant de bouches étroites; enfin, rien ne prouve que l'état électrique de l'air ne se modifie pas au contact de surfaces métalliques surchauffées. Il y a, dans la chaleur comme dans les eaux minérales, un certain je ne sais quoi, inexpliqué encore, et que nos instruments ordinaires d'analyse ne nous montrent pas bien clairement. Le thermomètre est un moyen de juger la chaleur, au point de vue de sa quantité, mais nullement au point de vue de sa qualité, c'est-à-dire de ses effets sur nos organes. Quant à l'hygromètre, il donne bien, à peu près, le degré de saturation de l'air, mais là encore le diagnostic est insuffisant. Qu'on me permette une comparaison vulgaire pour faire toucher du doigt la différence qui existe entre la chaleur rayonnante ou lumineuse et la chaleur obscure ou transmise : lorsqu'on cuit des viandes au four, qui n'a pas remarqué la différence de leur saveur avec celles qu'on a rôties devant un foyer ouvert?

Une deuxième erreur consiste à croire que l'air desséché par un calorifère nous cause les symptômes de malaise que nous connaissons tous, et cela par son manque d'humidité.

Il y a sur ce point beaucoup à dire, et, dans mon opinion, d'autres

agents sont ici en jeu. D'abord, on oublie la merveilleuse facilité qu'a le corps humain de s'adapter aux différents degrés de sécheresse de l'air : ce n'est point une substance hygrométrique se dilatant ou se resserrant comme un meuble : c'est une machine organisée, dans la composition de laquelle l'eau entre pour les trois quarts ; c'est aussi un appareil d'évaporation considérable par la transpiration cutanée et par la respiration. Tandis que sa température propre se maintient toujours entre 37 et 38°, que l'air qui l'environne soit à — 25° ou à + 40°, il ne s'ensuit pas que l'évaporation soit en raison directe du milieu gazeux où l'on est plongé. Tous les voyageurs savent que l'air humide des pays chauds affaiblit l'organisme bien plus que l'air vif et sec des montagnes, ou bien encore des déserts. En outre, on sait que l'humidité est favorable au développement des impuretés organiques de l'atmosphère, tandis que l'air sec est plus sain, plus fortifiant.

En résumé, ce n'est pas par l'hygromètre qu'il nous faudra juger la qualité de l'air fourni par les appareils de chauffage, et nous aurons à trouver ailleurs les causes des différents effets qu'ils produisent. Ces causes, nous les demanderons à des effets physiologiques que nous indiquera un instrument des plus délicats : le corps humain. Nous les étudierons dans ce sentiment bien différent que nous éprouvons quand nous sommes devant un foyer lumineux ou devant une bouche de chaleur. Le thermomètre peut accuser le même degré, et cependant l'effet sur notre corps sera tout différent : la *quantité* de chaleur est la même; la *qualité* n'y est pas.

Si l'on veut une autre preuve, bien désintéressée à coup sûr, faisons ce qu'on fit à Baréges pour prouver l'efficacité des eaux sulfureuses, dont on attribuait les vertus à l'imagination des malades : on prit des chevaux qu'on traita comme les malades ordinaires, et l'effet des eaux fut le même. Enfin, demandons leur opinion, non pas à des femmes nerveuses, mais à des plantes, et soumettons-les à la chaleur artificielle des différents systèmes : elles répondront, comme nous, par leur végétation, qu'après les foyers ouverts, le chauffage à l'eau chaude ou à la vapeur est celui qui agit le moins défavorablement sur la composition de l'air.

Maintenant que nous connaissons bien les avantages et les inconvénients des calorifères de fonte ordinaire et la préférence qu'il faut accorder aux appareils donnant une grande quantité d'air à une tem-

pérature moyenne de 30 ou 40° au lieu d'une petite quantité à 80 ou 100°, nous comprendrons facilement les ressources que trouvent les constructeurs dans l'usage des nervures appliquées aux cloches des foyers. Elles permettent de concentrer sur un très-petit espace une surface de transmission considérable et d'éviter ce reproche qu'on adressait aux appareils anciens, qu'ils étaient si volumineux que, lorsqu'on bâtissait une maison, au lieu de la chauffer simplement par un calorifère, il fallait commencer par faire une maison pour le loger. Les nervures ont, en outre, l'avantage de supprimer une partie des nombreux joints des anciens appareils et d'aider beaucoup à empêcher la fonte de rougir, surtout quand on a eu le soin de garnir le foyer de briques réfractaires pour en assurer la durée et pour améliorer en même temps la combustion.

Résumons les principes généraux qui doivent présider à la construction d'un calorifère, puis nous terminerons cette étude par la description des deux dispositions où ces principes sont le mieux appliqués.

1° *Prise d'air.* Elle doit être placée loin de toute émanation nuisible et en dessous des pièces à chauffer, autrement on s'exposerait, quand l'appel est languissant, à envoyer l'air chaud à l'extérieur. L'entrée doit en être fermée par un cadre grillé avec une toile métallique glissant dans une coulisse pour le déplacer et le nettoyer au besoin. L'air d'une cave bien saine est généralement préférable en hiver pour donner de l'air déjà porté à la température du sol, et, en été, par contre, pour donner de l'air frais.

2° L'*enveloppe* sera double et en briques creuses pour empêcher toute déperdition de chaleur. Aux États-Unis, on a l'excellente habitude de faire descendre l'air frais de haut en bas entre les deux couches de briques pour pénétrer par-dessous dans la chambre de chaleur. La figure 297 combine l'avantage de la double enveloppe avec celui de la chambre de mélange.

3° Le *foyer* sera isolé de son enveloppe. Il sera formé d'une cloche en fonte garnie à l'intérieur d'une couche épaisse de briques réfractaires, et, à l'extérieur, de nervures nombreuses pour éviter que la fonte ne rougisse et se détruise rapidement.

4° *Chambre de chaleur.* Elle devra être très-large au départ des tuyaux de distribution d'air chaud : à la partie supérieure seront les prises des conduites chauffant les pièces les plus éloignées. Chaque

conduite, munie d'une clef d'arrêt au départ, sera, bien entendu, en pente le plus possible, et construite en corps bien lisses à l'intérieur et mauvais conducteurs. La chambre de chaleur renfermera un vase d'évaporation alimenté par un petit réservoir à flotteur.

5° *Tuyaux de fumée.* Ils seront autant que possible verticaux et à circulation renversée (fig. 194 et 196), en sorte que la portion la plus chaude des gaz brûlés soit toujours à la partie haute du calorifère. On supprimera tous les joints inutiles : pas de clef à la partie supérieure; il est préférable de modérer ou d'arrêter le feu par la fermeture graduée des portes des cendriers ajustées avec précision. Quand on le pourra, on utilisera le tuyau de fumée, soit pour le chauffage ou la ventilation d'une pièce, soit pour le chauffage des escaliers en le montant dans une double enveloppe de tôle munie d'ouvertures, haut et bas, à chaque palier.

6° *Bouches de chaleur.* Elles seront à soufflet et placées verticalement pour écarter le courant des murs et pour éviter qu'elles ne reçoivent les poussières du balayage. On les placera, bien entendu, à l'opposé des foyers d'appel, s'il en existe. Il ne faut pas oublier que dans leur voisinage, les meubles, boiseries et peintures s'altèrent rapidement.

Nous terminerons cette étude par la description des deux principaux calorifères, maintenant en usage à Paris et construits d'après les principes que nous venons d'exposer.

Le premier, celui de MM. Gaillard et Haillot, est le chauffage des Romains et des Russes perfectionné. Il est à transmission céramique et conviendra surtout quand on aura besoin d'un chauffage long, égal et salubre, comme dans les hôpitaux (fig. 215, 216 et 217). Il est formé entièrement de briques creuses, à travers lesquelles passe l'air neuf dans des tubes très-multipliés. Sauf les grilles et les portes, le métal est totalement exclu de l'appareil, qui combine l'avantage des tubes verticaux avec celui de la flamme renversée, c'est-à-dire, que l'air neuf est d'abord en contact avec la partie la moins chaude de la circulation de fumée. Cette disposition a sur les poêles russes et suédois cet avantage que, tandis que ces derniers ne chauffent généralement l'air qu'au contact des faces extérieures, le calorifère de MM. Gaillard et Haillot est, en même temps, un grand multiplicateur de surface de chauffe à température moyenne; l'air chaud qu'il fournit n'est jamais surchauffé; c'est, en outre, un excellent appareil de

ventilation. Ces principes ont été appliqués à Paris au chauffage de

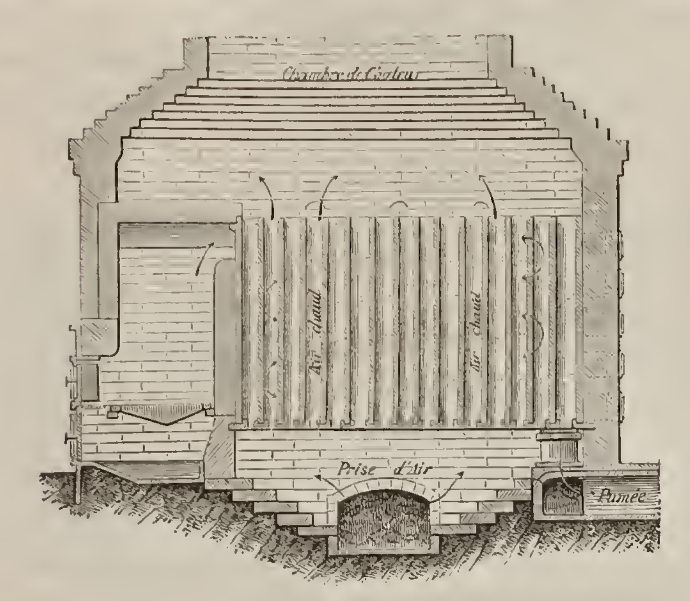


Fig. 215.

plusieurs hospices et à celui du Palais Législatif. C'est là, certainement, au point de vue de l'hygiène, un des progrès les plus sérieux

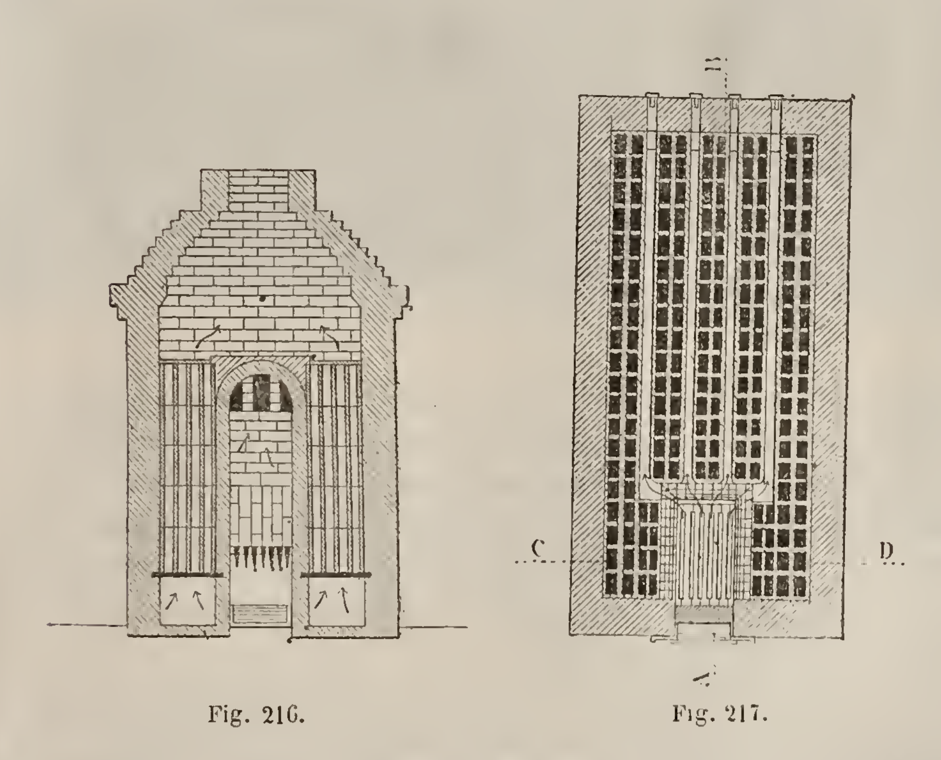
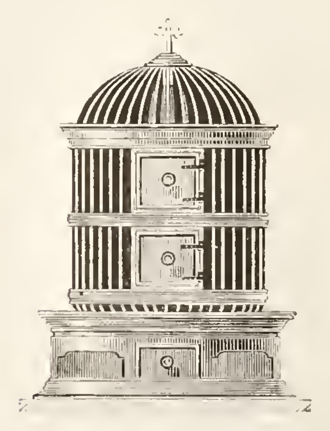


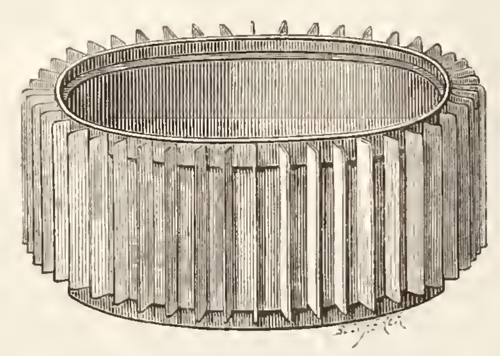
Fig. 216. Fig. 217.

des ingénieurs modernes. Restera la question de durée de l'appareil,

suivant qu'il nécessitera des réparations pouvant causer une démolition presque complète, s'il est mal installé.

J'aborde maintenant une question des plus délicates. Étant donnée la parfaite innocuité des chauffages à transmission céramique, faut-il, pour cause de salubrité, amener une révolution complète dans nos appareils actuels et supprimer l'emploi de la fonte? Je ne le crois pas. Dans nos climats variables, il faut souvent employer des moyens prompts et énergiques qui produisent des effets immédiats et variables comme les besoins; dans ce cas, il faut avoir recours aux surfaces de transmission métallique en utilisant leur grande conductibilité et en prenant des dispositions qui obvient à leurs inconvénients. Ces conditions se trouvent remplies dans les calorifères français construits par MM. Geneste et Herscher frères, à Paris. Leur appareil, qui est une application pratique de la multiplication des surfaces de transmission, comme l'indique la figure 218, se compose de deux ou de plusieurs bagues annulaires (fig. 219), en fonte, superposées en


Fig. 218.


Fig. 219.

feuillure et couronnées d'une coupole garnie, comme les bagues, de lames ou nervures nombreuses. La dilatation du métal est libre et n'a aucun effet sur les joints placés à dessein horizontalement. Deux portes destinées à l'allumage et au chargement donnent accès à l'intérieur du calorifère dont le foyer est garni de briques réfractaires. Le vase placé au-dessus du cendrier reçoit l'eau nécessaire pour empêcher le dessèchement de l'air.

On voit que, par suite de l'emploi des nervures de fonte et de la garniture intérieure en briques, les surfaces de transmission sont considérables et la fonte ne peut être portée au rouge ou carboniser

l'air comme les cloches des anciens appareils. La disposition en bagues superposées permet d'augmenter à volonté et de remplacer les anneaux. Inutile d'ajouter que l'on peut brûler toute espèce de combustible. Soit qu'on place le calorifère dans la pièce à chauffer, ou dans une pièce au-dessous (fig. 220), on peut y joindre une prise

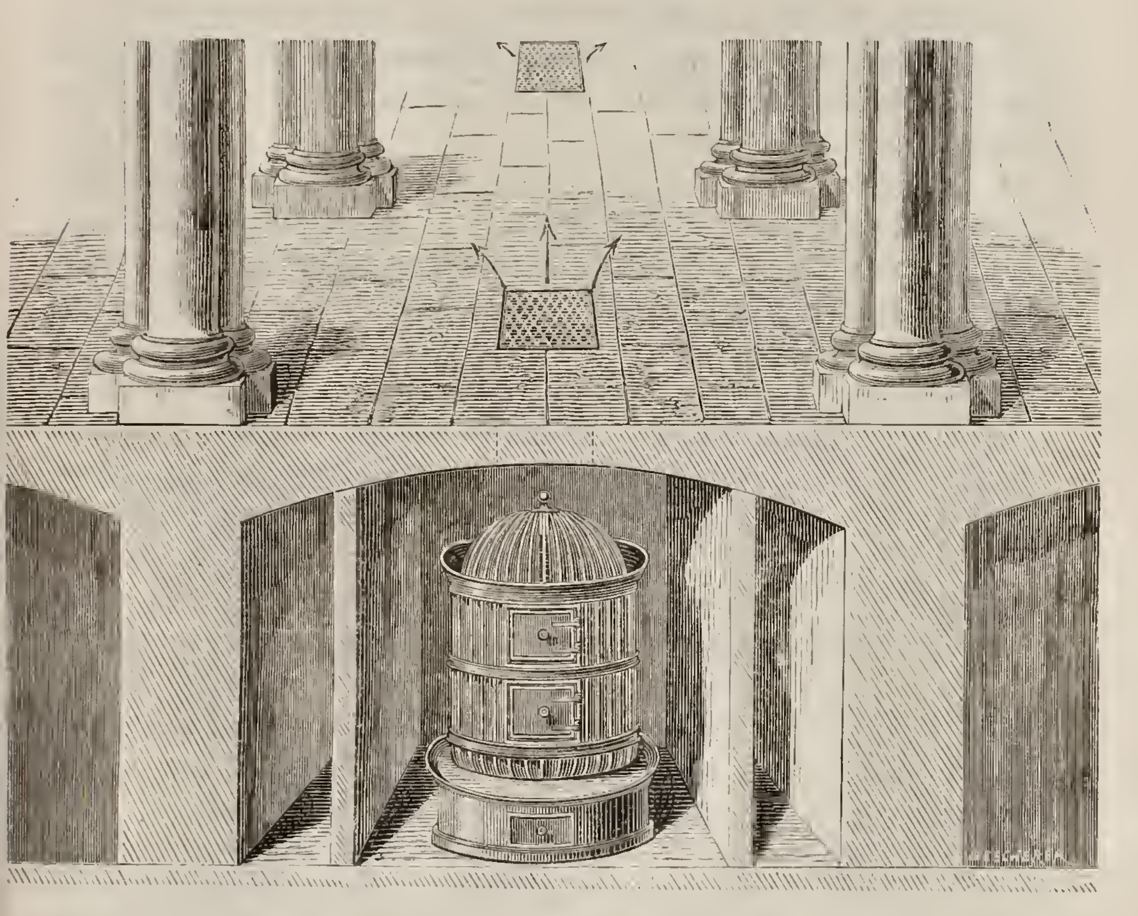


Fig. 220.

d'air extérieur et une double enveloppe pour obtenir alors chauffage et ventilation. Dans tous les cas, la faible dépense d'installation et le peu d'emplacement occupé par l'appareil lui assurent certainement l'avantage sur les anciens procédés de chauffage.

DU CHAUFFAGE PAR L'EAU CHAUDE A AIR LIBRE.

En étudiant jusqu'à présent les différents modes de chauffage de l'air, nous avons eu à les considérer aux points de vue suivants :

1° La salubrité de l'air chauffé; 2° l'économie du combustible; 3° l'économie d'installation; 4° la rapidité et la variabilité du chauffage.

Il est un 5e point de vue que nous avons à envisager à présent, c'est celui de la durée. Dans une foule de cas, il est non-seulement nécessaire de diminuer le nombre des foyers, pour faciliter le service et réduire les risques d'incendie, mais il est indispensable de pouvoir porter la chaleur au loin d'une manière égale et constante, de la multiplier, de l'arrêter et de la rétablir au besoin.

C'est ici qu'intervient un agent docile, économique, salubre et durable dans ses effets : l'eau chaude, douée d'une capacité calorifique considérable et obéissant aux lois de la pesanteur. Supposons un circuit rempli d'eau A, B, C, D (fig. 221), dans lequel on place un foyer en A et un vase d'expansion en B. L'eau y restera en repos absolu, parce que les colonnes A B et D C sont de densité égale. Mais si l'on chauffe le foyer A, la colonne A, B deviendra plus chaude, c'est-à-dire, plus légère et l'équilibre des deux colonnes sera rompu : la partie D, A, sera poussée dans la direction du foyer avec d'autant plus de force que la différence de densité sera plus grande entre les deux colonnes verticales.

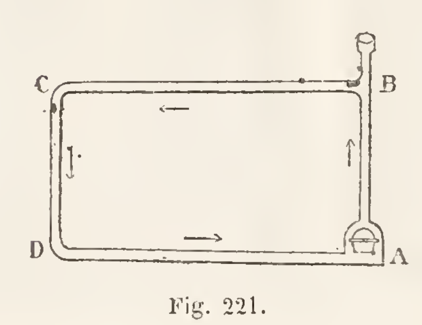


Fig. 221.

Maintenant, que l'on prolonge par la pensée les colonnes B, C et A, D, on voit que l'on pourra envoyer la chaleur à des distances considérables : si l'eau est contenue dans des corps bons conducteurs comme les tuyaux métalliques, et si ces tuyaux sont contournés ou multipliés dans leur course, ils abandonneront une partie de leur chaleur en raison directe de leur surface de transmission et de la température de l'eau comparée avec le milieu environnant.

Tel est le principe simple et pratique appliqué aujourd'hui sur

une si grande échelle au chauffage des habitations. C'est un mode fort ancien, puisque les Orientaux et les Romains à leur suite, chauffaient ainsi leurs bains par circulation. Le « Draco » ou serpentin de cuivre des anciens est décrit en détail par plusieurs auteurs latins et nous n'avons fait qu'en renouveler l'emploi.

La première application que l'on mentionne en Europe de l'usage de l'eau chaude pour chauffer les habitations, semble avoir été faite en Angleterre par Evelyn, qui, frappé des inconvénients des modes de chauffage de son temps, surtout pour les plantes, aurait disposé une serre comme l'indique la fig. 222 ci-jointe, mentionnée dans le « *Kalendarium Hortense* » en 1675. Une des parois de la serre est supposée enlevée : A est le foyer supérieur; B, les tuyaux recevant l'action de la flamme et prenant l'air à l'extérieur pour l'envoyer dans la serre ; C est une bouche d'appel en contre-bas pour alimenter le foyer et renouveler l'air intérieur par le conduit souterrain D. Le foyer est tenu parfaitement fermé et l'air chaud est distribué dans la serre par un collecteur qui le répand également sur tous les points de la paroi située près du foyer. On voit dans cette figure et tout d'une pièce, l'origine de presque tous les progrès réalisés depuis dans la ventilation et le chauffage combinés.

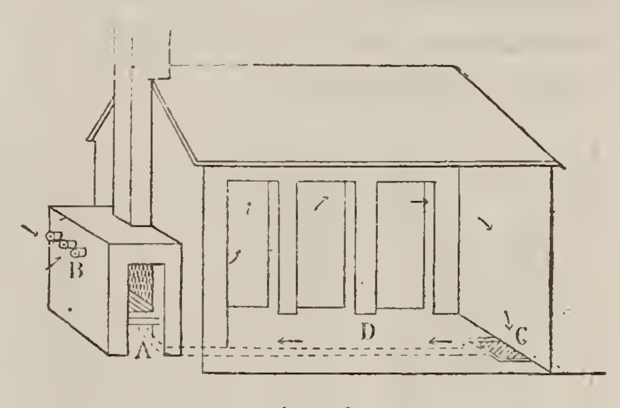


Fig. 222.

Après Evelyn, on rapporte que Martin Triewald fit à Newcastle, en 1716, une disposition pour chauffer une serre avec une chaudière placée à l'extérieur et une circulation sous le sol.

En France, Bonnemain est le premier qui, en 1777, appliqua le principe de la circulation d'eau chaude à un appareil (fig. 31), qu'il n'employa d'abord que pour faire des incubations artificielles. Pendant longtemps, il pratiqua cette industrie en grand et alimenta de poulets le marché de Paris. Plus tard, le même moyen fut employé par lui pour le chauffage des bains et celui des serres. On voit dans

son appareil tous les principes modernes appliqués depuis sur une plus grande échelle, savoir : le bouilleur extérieur, le tuyau vertical et le réservoir d'alimentation, le tuyau de circulation à la partie supérieure avec pente et retour au foyer.

Je ne connais de Bonnemain qu'une brochure publiée en 1816 sur l'incubation artificielle. Entre autres inventions, il avait ajouté à sa chaudière une circulation de fumée intérieure qui a été imitée depuis par tous les constructeurs. Il avait en outre imaginé, pour régler la température de l'eau, un appareil fondé sur la dilatation des métaux par la chaleur. Cet appareil se composait d'un cylindre renfermant une tige de plomb placée dans la chaudière et agissant sur un levier relié par une tringle à un registre qui faisait varier l'arrivée de l'air dans le foyer. Cette idée a été imitée depuis par le Dr Arnott en Angleterre.

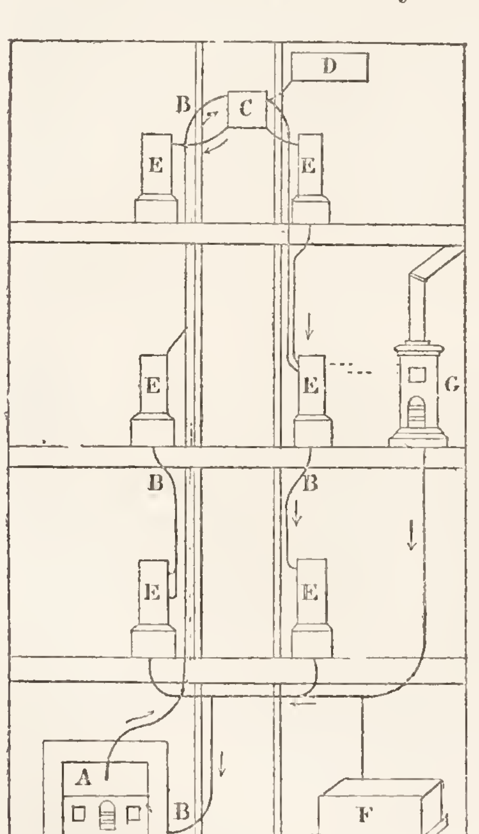


Fig. 223.

Bonnemain ne paraît pas avoir tiré grand parti de ses travaux, car le 21 mai 1828, M. Payen fait à la Société d'Encouragement un rapport, où il énumère tous les titres de Bonnemain, âgé alors de 85 ans, à la reconnaissance de ses compatriotes, et la Société lui décerne..... une médaille d'argent.

Après Bonnemain, le marquis de Chabannes applique en Angleterre, en 1816, son système pour y chauffer à la fois les bains et les appartements par le foyer du fourneau de cuisine. La figure 223, tirée de ses mémoires, montre le principe appliqué aux besoins d'une maison particulière et renferme à peu près tous les progrès modernes tant imités, brevetés et copiés depuis, y compris les poêles à repos de chaleur et percés de tubes pour multiplier les surfaces de transmission.

A est le fourneau de cuisine avec tubes intérieurs : B, les tuyaux de circulation ; C, le réservoir d'eau chaude ; D, celui d'eau froide ; E, poêles à eau chaude percés de tubes et renfermant des serpentins ; F, bain ; G, fourneau de renfort pour chauffer la circulation en cas de non allumage du fourneau de cuisine.

L'invention de Bonnemain et les applications proposées par le marquis de Chabannes furent longues à se répandre. En 1822, Bacon fit usage de l'eau chaude pour une serre à forcer, mais il n'avait alors qu'un seul tuyau d'un large diamètre en communication avec la chaudière. La circulation était par conséquent très-imparfaite. Bientôt un architecte, Atkinson, ajoute un 2e tuyau et l'appareil prit alors la forme qu'il a gardée jusqu'à nos jours. La seule différence entre le système de Bonnemain et celui d'Atkinson est que le premier n'employait que des tuyaux de très-petit diamètre, tandis que le second les prenait de 0m,12 à 0m,15.

Les progrès réalisés chez nous consistent dans la perfection des appareils et dans quelques dispositions particulières de la circulation, sans qu'on ait rien changé au principe essentiel de l'invention. En effet, le chauffage à l'eau peut avoir lieu de plusieurs manières : 1° Par des tuyaux placés horizontalement dans les pièces, soit autour des murs, soit dans des gaînes cachées dans les planchers et couvertes de grilles ou plaques métalliques. C'est la disposition qu'on emploie pour les serres ; 2° Par des tuyaux placés verticalement le long des murs dans des gaînes spéciales avec regard haut et bas (fig. 224), pour surveiller les joints et les fuites, puis pour admettre l'air neuf et évacuer l'air vicié. C'est la disposition décrite très en détail par Richardson en 1850 et appliquée en France par M. d'Hamelincourt ; 3° En plaçant les tuyaux ou les surfaces de transmission en sous-sol. Là, ils sont mis en contact avec l'air neuf qui s'élève alors dans les pièces à chauffer comme cela a lieu pour les calorifères à air chaud ordinaires ; enfin, la quatrième disposition est celle qu'indique la fig. 225 qui est établie dans certains hôpitaux de Paris. Le tube d'ascension, comme dans

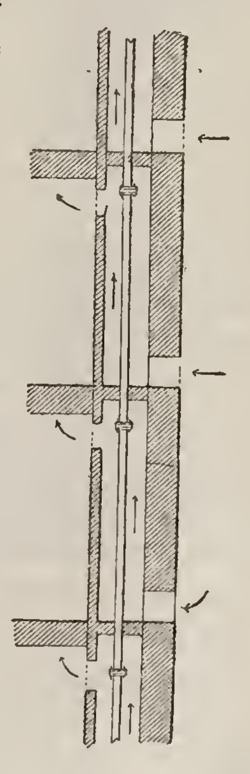


Fig. 224.

l'appareil Bonnemain, monte directement à un réservoir faisant office de vase d'expansion. De là, une prise spéciale alimente chaque

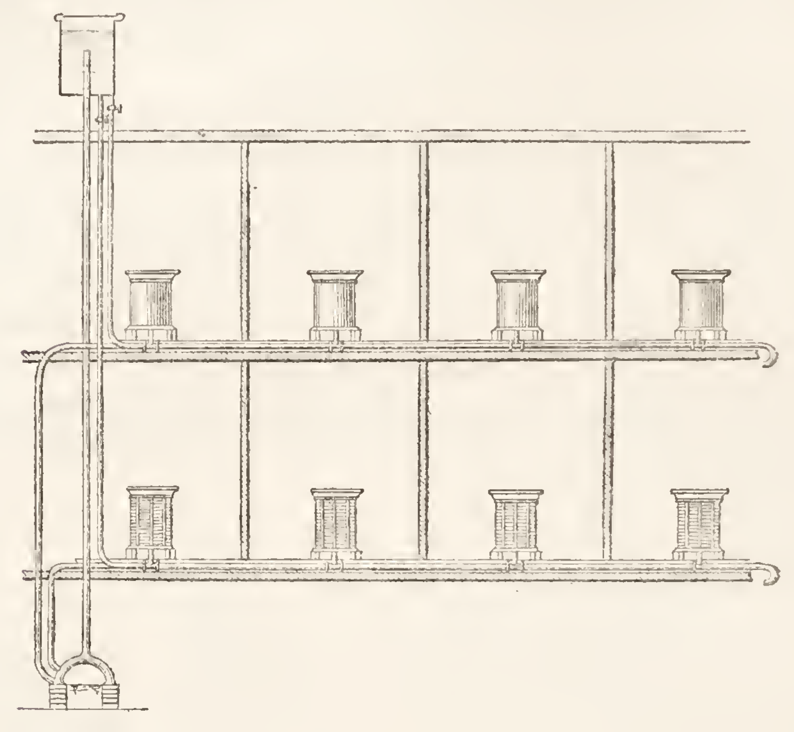


Fig. 225.

étage, et le retour a lieu par des conduites séparées, en sorte de rendre chaque service indépendant. Les surfaces de transmission sont multipliées au moyen de tubes ouverts aux deux bouts et placés dans des poêles, comme l'avait indiqué le marquis de Chabannes.

Voyons maintenant les inconvénients et les avantages de ce mode de chauffage.

1° Il exige une dépense d'installation assez élevée, ce qui en empêche l'emploi dans une foule de cas ; 2° il ne produit tout son effet qu'après un certain temps, la grande quantité d'eau à chauffer n'élevant que lentement sa température ; 3° une fois les tuyaux échauffés, le refroidissement, si on le désire, est lent à se produire ; ce qui est un grand avantage pour les serres est quelquefois un inconvénient pour l'habitation, surtout dans un climat variable comme le nôtre ; d'où il suit qu'il faut toujours combiner ce chauffage avec une ventilation convenable et des arrêts partiels de circulation. Enfin, on reproche à ce système de ne pas avoir la gaieté d'un feu apparent,

d'exposer nos appartements à des fuites par les joints des tuyaux et de charger la maison d'un poids d'eau considérable.

En revanche, et pour les climats du nord surtout, les avantages sont nombreux.

1° La grande capacité calorifique de l'eau et la permanence de sa circulation, longtemps après l'extinction du feu, assure une grande régularité de température et cela dans toutes les parties de la pièce, malgré les interruptions du chauffage ; 2° la température de l'air est toujours modérée ; il est même difficile de l'élever beaucoup avec de grandes surfaces de chauffe. De là, la salubrité de ce mode de chauffage, parce qu'il ne modifie jamais l'air d'une manière fâcheuse comme les surfaces métalliques. La disposition de la fig. 226, pour le chauffage au coke, est une des meilleures. 3° On peut porter la chaleur à de très-grandes distances, même dans le sens horizontal et malgré les coudes, ce qui n'est pas possible avec l'air chaud. 4° Les pièces sont chauffées plus également dans toutes leurs parties, tandis qu'avec nos cheminées, les courants, dus à diverses causes, rendent la température très-variable, suivant la place qu'on occupe. 5° Ce chauffage exige peu de travail de la part des domestiques et très-peu de combustible, si la chaudière est bien disposée et la surface de chauffe bien comprise. 6° On a dans tous les appartements et sans autres frais, de l'eau pour les bains et les lavabos. 7° On évite toutes les impuretés et les poussières de l'atmosphère entrant constamment dans les pièces, par les bouches de chaleur, ce qui est très-important pour les objets d'art, bibliothèques, musées, etc. 8° On supprime

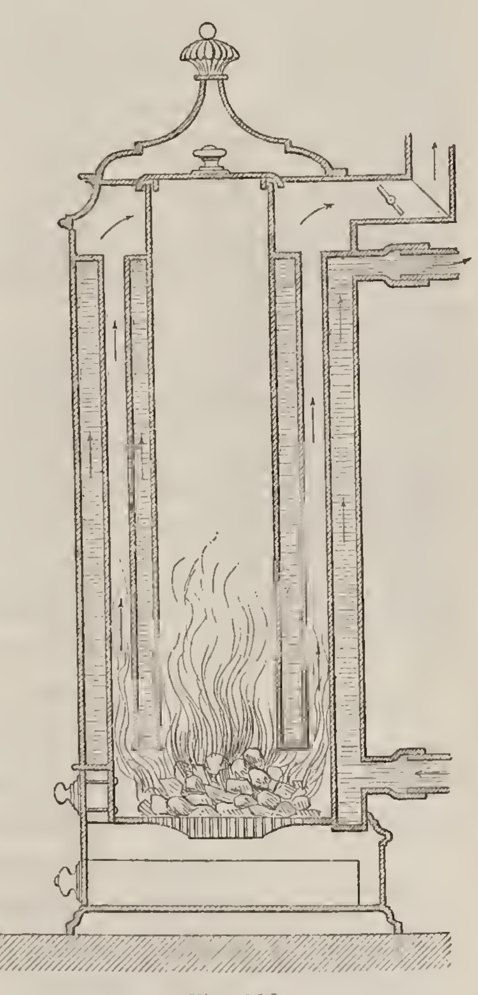
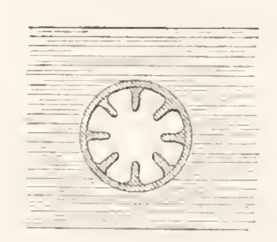


Fig. 226.

l'intervention des domestiques dans l'appartement pour entretenir et nettoyer les foyers. 9° On peut placer les tuyaux, soit horizontalement, soit verticalement dans des gaînes ou des pilastres garantissant des fuites ou servant en même temps à assurer la ventilation. 10° Pas de cheminées qui fument et détériorent les appartements, la combustion ayant lieu en bas et par conséquent avec un tirage meilleur. 11° Les chances d'incendie sont presque nulles pour les archives, musées, etc. 12° Enfin, on peut multiplier les surfaces de transmission à l'infini, par des serpentins ou des ailettes, de manière à augmenter à volonté la température sur un point donné.

Comme on le voit, dans certaines circonstances, le chauffage à l'eau, que nous appliquons rarement chez nous, peut avoir un très-heureux emploi, surtout dans les habitations où presque toutes les pièces sont occupées, et où l'on a besoin pendant longtemps d'une température douce et régulière. Dans la pratique, on combine le chauffage à eau avec le chauffage à air, en utilisant la chaleur de l'appareil pour les pièces contiguës et en envoyant l'eau chaude aux pièces éloignées.

Pour éviter le trajet des tuyaux dans les appartements et faire profiter néanmoins des avantages du chauffage à l'eau chaude, on a disposé dans les caves des réservoirs percés de tubes à nervures nombreuses (fig. 227), comme on le fait pour le chauffage à l'eau, sauf que dans ce cas c'est l'air et non pas l'eau qui circule à l'intérieur des tubes : on multiplie ainsi considérablement les surfaces de transmission. On a ainsi disposé les tuyaux verticalement pour en rendre le contact plus égal et plus complet, comme on l'a fait pour le chauffage de l'air. On évite les tuyaux horizontaux par ce motif que l'air, en s'élevant, frappe la partie du tuyau la plus froide puisque la moitié D située au-dessus de la ligne A, B (fig. 228) est, pour le même motif physique, celle qui à l'intérieur reçoit la fumée la plus chaude.


Fig. 227.

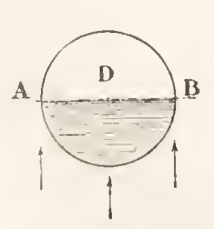


Fig. 228.

La grande propriété de l'eau de pouvoir emmagasiner, conserver et porter au loin la chaleur, a donné l'idée d'établir dans les villes, à l'instar des gazomètres, de vastes chaudières d'où l'on enverrait à chaque

quartier de l'eau chaude aussi bien que de l'eau froide. Ce système est du reste employé à Chaudesaigues, dans le département du Cantal, où les eaux d'une source, qui jaillit de terre à 90°, sont envoyées par des canaux souterrains dans les maisons pour les usages domestiques. La seule différence, c'est que la chaleur ici est fournie par la nature; mais, si l'on envoie déjà à Paris, à frais communs, du gaz, de l'électricité, de l'eau de deux sortes, l'une pour les lavages, l'autre pour la boisson, enfin du froid, sous forme de glace, pourquoi n'enverrait-on pas aussi de la chaleur sous forme liquide ? On a déjà des puits artésiens qui fournissent de l'eau à 28° ; pourquoi n'irait-on pas chercher la chaleur plus loin ? Qui nous eût dit, il y a cent ans, qu'on pourrait creuser des puits de 7 à 800 mètres ? Pourquoi ne pas utiliser l'ébullition centrale du globe, et au lieu d'aller chercher, dans les entrailles de la terre, la chaleur sous forme solide, c'est-à-dire la houille, pourquoi ne pas la prendre sous forme liquide, plus facile à transporter, et à distribuer suivant nos besoins ?

Quand on étudie les progrès réalisés depuis un siècle dans les applications de la chaleur, on voit que la science est loin d'avoir dit son dernier mot, et l'on peut espérer que nos neveux, débarrassés des préjugés religieux du passé, iront, le flambeau de la science à la main, découvrir de nouvelles sources de richesse, et s'approcheront de la solution du grand problème des philanthropes : *The greatest good for the greatest number.*

DU CHAUFFAGE PAR L'EAU CHAUDE A HAUTE PRESSION.

Jusqu'à présent, nous n'avons étudié que les chauffages à basse pression ou à air libre. Un ingénieur anglais, Perkins, proposa, vers 1830, le système dit à haute pression, c'est-à-dire, celui où la température de l'eau dépasse 100° et où la circulation a lieu dans des tubes fermés hermétiquement de toutes parts. Ce mode a été appliqué dans un grand nombre d'établissements en Angleterre, puis décrit dans tous ses détails par Richardson, en 1856. Il se compose d'un foyer enfermé dans un poêle en briques, à l'intérieur duquel circule un serpentin formé par des tuyaux en fer étiré de $0^{m},027$ à l'extérieur et de 0,012 à l'intérieur : ce tuyau monte dans les pièces à chauffer et y forme des circuits plus ou moins nombreux en passant dans les plinthes,

avant de retourner au foyer ; à la partie supérieure, le tuyau de circulation est terminé par un vase d'expansion fermé hermétiquement. Ce système est des plus séduisants : au lieu de charger la maison d'un poids d'eau considérable longue à chauffer et renfermée dans de longs tuyaux à joints nombreux et souvent mal faits, M. Perkins donne d'abord de la durée au chauffage en employant du coke dans un poêle à combustion lente ; le tube de circulation recourbé en serpentin dans le foyer, offre une surface de chauffe très-considérable ; son petit diamètre permet de l'introduire partout avec facilité et sans dégrader les murs ; son mode de surface de chauffe, multiplié à volonté par des serpentins, fournit un moyen des plus commodes d'augmenter ou de diminuer la chaleur par des robinets d'arrêt, de l'envoyer au loin si l'on veut, de la placer dans les angles, dans les embrasures des fenêtres, etc.

Voilà pour les avantages : mais par suite de la fermeture hermétique des tubes, la pression peut quelquefois s'élever à un degré énorme, et l'eau à l'intérieur des tuyaux peut monter jusqu'à 2 et 300 degrés, si les tubes du foyer sont portés au rouge. On voit qu'il n'est pas sans danger d'introduire dans les habitations de semblables appareils, malgré les soins très-ingénieux dont on a entouré leur construction et qu'il est inutile de décrire ici, leur emploi ayant été à peu près abandonné en France. Il est préférable dans des habitations privées d'employer ou les hydrocalorifères avec installation en sous-sol, ou des appareils à vapeur à basse pression qui n'offrent aucun danger quand ils sont bien établis.

DU CHAUFFAGE A LA VAPEUR A BASSE PRESSION.

Nous avons vu, en parlant des premiers calorifères, que déjà en 1745, la vapeur avait été employée par Cook pour chauffer les habitations, et qu'à la fin du siècle dernier, Boulton et Watt l'avaient appliquée aux filatures et aux ateliers. Depuis ce moment, l'usage s'en est répandu sur une grande échelle, surtout dans les usines où la partie la plus délicate du système, le générateur, existait déjà, et où l'étendue et le nombre des pièces à chauffer exigeaient des moyens prompts, économiques et tenant peu de place.

Le chauffage à la vapeur est fondé sur la propriété que possède

l'eau d'absorber une chaleur considérable pour passer à l'état de vapeur, puis de se condenser, c'est-à-dire, de retourner rapidement à l'état liquide, quand elle est mise au contact de surfaces froides. A ce moment, la chaleur latente se dégage et se communique aux corps environnants.

Les avantages de ce mode de transmission consistent : 1° Dans la rapidité avec laquelle se meut la vapeur ; 2° Dans la petitesse des tuyaux destinés à la conduire et dans la quantité de chaleur qu'elle peut transmettre en passant de l'état gazeux à l'état liquide ; 3° Dans la facilité qu'elle présente de faire varier rapidement la température d'un lieu donné. C'est cette qualité qui lui a fait donner la préférence à Londres pour le chauffage des chambres du Parlement. Le point capital consiste à éviter les siphons où l'eau séjourne à cause des claquements toujours désagréables et quelquefois dangereux.

Dans les premiers temps, des installations vicieuses, des pentes mal aménagées ont causé des accidents qui ont retardé l'emploi d'un moyen excellent de chauffage, si ce n'est dans les grands établissements. Mais dans une foule de cas, quand les dispositions sont bien étudiées par des ingénieurs habiles, les appareils à vapeur remplacent avantageusement tous les autres modes de chauffage dans les établissements publics et même dans les habitations privées. Ils demandent une installation parfaite, des calculs convenablement faits pour les surfaces de transmission, suivant les causes de déperdition, c'est-à-dire, suivant la hauteur des pièces, l'épaisseur des murs, le nombre des fenêtres, l'exposition au nord ou au midi, etc. Il faut que les poêles disposés dans les appartements ne soient pas au contact d'objets pouvant se détériorer par la chaleur ; mais, cela bien compris et les moyens complémentaires de ventilation bien disposés, voici, en somme, les avantages principaux qu'offre la vapeur employée à basse pression.

1° Ce chauffage exige des frais d'installation moins élevés que le chauffage à l'eau chaude, parce que la circulation se fait par de petits tuyaux de 0m,03 à 0m,05 : les surfaces de transmission peuvent être moins nombreuses, puisqu'elles sont à une température plus élevée.

2° Si l'appareil est bien établi et les pentes bien ménagées, il n'y a ni danger de fuite, ni d'explosion à craindre, puisque l'eau condensée retourne immédiatement au bouilleur, comme on peut le voir par la

fig. 229. Il n'y a donc jamais de siphons, jamais de mauvais joints, avec leurs conséquences, dans les appartements.

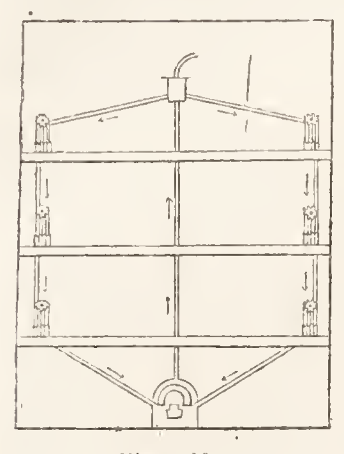


Fig 229.

3° Pas de fumée, pas d'oxyde de carbone ou d'autres produits de la combustion. C'est donc le chauffage salubre par excellence, si l'on y joint des bouches d'aération.

4° On peut conduire la chaleur aussi loin qu'on veut, la multiplier, l'arrêter, la rappeler à volonté au moyen de robinets d'arrêt convenablement placés.

5° Il ne faut que très-peu de place dans l'angle d'une pièce pour y placer le tuyau de la circulation et un poêle sous forme de colonnes, de consoles ou de caisses ornées de toute forme.

Reste la question de durée du chauffage, que l'on obtient facilement par une disposition de chaudière à combustion lente.

Pour obvier à ce reproche, M. Grouvelle a combiné, à l'hôpital de Vincennes, le système mixte de poêle à eau avec chauffage par jet de vapeur, mais ces installations compliquées et dispendieuses ne peuvent convenir qu'à de grands établissements soumis à des contrôles éclairés et, en tout cas, ils sortent de notre programme. Quant à la pression exercée sur les appareils, elle peut être de 1 1/4 ou 1 1/2 atmosphère seulement et par conséquent n'offrir aucun danger.

Il est inutile d'ajouter que des réservoirs supérieurs peuvent partir autant de prises de vapeur ou de tuyaux de descente que l'exigeront les circonstances. La chaleur, descendant ici sous forme de vapeur, prendra toutes les directions possibles : elle servira à l'aération des pièces, au chauffage des bains, se pliera en un mot à tous les besoins, suivant le jeu de quelques robinets. C'est le chauffage scientifique, simple, salubre, rapide et docile par excellence.

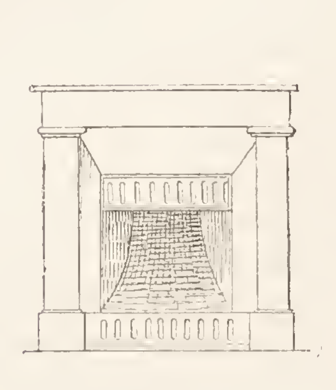
DU CHAUFFAGE PAR LE GAZ.

La combustion d'un corps, c'est-à-dire, sa combinaison avec l'oxygène atmosphérique, n'a pas toujours pour conséquence immédiate : lumière et chaleur; quelquefois, un seul de ces phénomènes se pro-

duit; mais, c'est le contraire qui arrive pour le gaz hydrogène de l'éclairage, où les deux phénomènes ont lieu simultanément et il est assez extraordinaire que, pendant longtemps, on n'en ait utilisé qu'un seul. Ce fait ne peut s'expliquer que par le haut prix du gaz, par l'imperfection des appareils et par la routine. Ce n'était pourtant pas là l'idée de notre illustre compatriote, Ph. Lebon, qui dans ses prospectus, prédit en 1801 ce qui ne devait être réalisé que trente ou quarante ans après. Il est curieux de voir combien étaient justes et précises les prévisions de l'illustre inventeur qui résumaient il y a soixante-douze ans tout ce qu'on peut dire aujourd'hui : « Ce principe aériforme, dit Lebon, peut voyager à froid dans une cheminée d'un pouce carré, dans l'épaisseur des plafonds ou des murs, même dans du taffetas gommé, pourvu que l'extrémité du tuyau soit en métal. En un clin d'œil, vous pouvez faire passer la flamme d'une pièce dans une autre, ce que vous ne pouvez faire avec les cheminées ordinaires. Point d'étincelles, de cendres, ou de suie : point de magasin de combustible lourd à monter. Le jour, la nuit, la chaleur et la lumière sont là sans domestiques. La chaleur peut prendre la forme de palmettes, de fleurs ou de festons : toute position lui est bonne; elle ira cuire vos mets, elle les réchauffera sur vos tables, sèchera votre linge, chauffera vos bains. Vous pouvez la diriger, lui commander, la faire disparaître et obéir comme jamais ne le fera le domestique le plus fidèle. »

Est-il possible de prédire en termes plus clairs les nombreux usages du gaz actuel? Malheureusement, les appareils convenables pour la combustion ne furent inventés que beaucoup plus tard et l'emploi du gaz pour le chauffage proprement dit ne date guère que de 1835. Les appareils destinés à l'utiliser pour les appartements consistèrent d'abord en bûches de fonte imitant le bois ou en foyer d'amiante et l'usage s'en répandit promptement en Allemagne. Chez nous, on a beaucoup perfectionné récemment les appareils employés pour les cuisines et pour les appartements : on a disposé dans des poêles ou des cheminées des tuyaux percés de trous nombreux et donnant issue à des jets de flamme multipliés, dont la chaleur, renvoyée par de puissants réflecteurs métalliques (fig. 230 et 231), semble au premier abord réunir toutes les conditions de succès. En effet, si l'on emploie les combustibles ordinaires, il faut un certain temps pour les allumer ou pour les éteindre, quand on n'a plus besoin de feu : on

envoie souvent sur les toits 90 à 95 % de la chaleur produite, tandis qu'avec le gaz, presque toute la chaleur est utilisée. Dans nos foyers



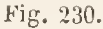


Fig. 230.



Fig. 231.

ordinaires, les 21 % d'oxygène de l'air se combinent plus ou moins complétement avec le carbone du bois, par exemple, mais les 79 % restant sont de l'azote qu'il faut chauffer pour le forcer à s'élever et à disparaître : il y a là une grande perte de forces. En outre, avec le gaz, on peut facilement augmenter, ralentir ou arrêter à volonté le chauffage, dès qu'il n'est plus utile : là est une source importante d'économie. En effet, dans nos fourneaux de cuisine, lorsque la cuisson des mets est terminée, on a emmagasiné une masse énorme de chaleur qui devient inutile, tandis que dans les fourneaux à gaz, il y a arrêt immédiat de la dépense. Enfin avec le gaz, pas de cendres, pas de fumée, pas besoin de caves et d'approvisionnements, pas d'incendies ou d'étincelles, plus de domestiques dans les pièces.

Mais toute médaille a son revers. A l'heure qu'il est, le gaz hydrogène est trop cher; son emploi, pour ce motif, sera limité longtemps encore à quelques usages particuliers. En outre, la combustion, quoi qu'on en dise, n'est pas complète, les pièces chauffées par le gaz ont une odeur *sui generis* désagréable à beaucoup de personnes. Cette odeur est causée, soit par la carbonisation des molécules organiques en suspension dans l'air, soit par l'hydrogène sulfuré provenant d'une épuration incomplète du gaz. On en a la preuve dans l'action fâcheuse qu'exerce le gaz dans les salons, dans les salles de spectacle, partout où les dorures et les objets d'art et de décoration subissent une détérioration rapide. Cet effet est surtout à éviter dans certaines bibliothèques publiques, ouvertes le soir, où de mauvaises installations fati-

guent la vue des lecteurs, dessèchent les livres et ne produisent aucune ventilation.

Nous verrons plus loin comment on évite ces inconvénients en Angleterre. On comprend, du reste, qu'un chauffage qui ne sert pas en même temps au renouvellement de l'air n'est pas un chauffage salubre. Ainsi, le plus innocent de tous, le chauffage à l'eau, doit être combiné avec des bouches de ventilation. Mais le gaz et le pétrole exigent de bien autres précautions. Leur combustion n'est qu'une oxydation, c'est-à-dire une combinaison de l'oxygène atmosphérique avec le carbone du gaz et du pétrole, combinaison qui donne naissance à un gaz asphyxiant, l'acide carbonique auquel vient s'ajouter celui de la respiration humaine. Il faut donc y regarder à deux fois, avant d'adopter un chauffage qui ne procure pas l'évacuation des produits de la combustion. On voit qu'en somme, à moins de circonstances particulières, le gaz n'est pas pour le moment un chauffage gai, économique et salubre. Est-ce une raison pour l'exclure dans tous les cas ? Non, sans doute, mais à une condition, c'est que tous les locaux où il sera employé seront en même temps pourvus de moyens accessoires de ventilation, soit par un tuyau extérieur, soit par l'ouverture fréquente des portes, comme cela a lieu dans beaucoup de magasins. Tout chauffage doit avoir deux résultats accessoires : expulsion des produits de la combustion et ventilation des pièces.

Il est des usages spéciaux pour lesquels l'emploi du gaz rend de réels services et qui lui assurent un succès parfaitement mérité. Ainsi dans les laboratoires de chimie, les appareils à gaz affranchissent de pertes de temps considérables, puis de la poussière et de l'embarras que causaient les anciens foyers au bois. En outre, on obtient, par des dispositions spéciales, des températures exceptionnelles, qui ont amené des progrès et des découvertes les plus utiles à la science. Les analyses organiques, la fusion du verre, la préparation des réactions chimiques, tout devient prompt et facile avec le chalumeau à gaz qui permet de régler avec la plus grande aisance la direction et l'intensité de la chaleur.

Il est aussi des cas où l'on a besoin d'installer des chauffages quand il n'existe pas de tuyaux de cheminée, comme on l'a fait en convertissant le Luxembourg en bureaux avec galeries supplémentaires. Dans ce cas, le chauffage au gaz est d'un réel secours. Il est encore très-utile dans un cabinet de toilette où l'on obtient à la fois et sans domesti-

que, chose inappréciable, l'eau chaude pour la toilette et les bains, la chaleur pour le foyer de la cheminée, enfin la lumière, tout cela sans embarras, sans dépendance de personne et sans attendre. Dans les ménages où l'on fait peu de cuisine, où on la fait d'une manière intermittente, certains aliments, le pot-au-feu, les rôtis se cuisent mieux au gaz que par le charbon de terre. En été, les cuisines sont plus proprement entretenues et ne sont plus des lieux de réelle souffrance pour les domestiques. Une foule d'industries, pharmaciens, coiffeurs, chapeliers, etc., trouvent dans les becs de gaz : propreté, rapidité et souvent économie. On voit ici une fois de plus que chaque progrès nouveau a sa place, son emploi particulier, et que le talent de l'ingénieur, comme nous le verrons souvent, consiste surtout à choisir parmi les moyens que la science met à sa disposition, celui qui convient le mieux pour un cas particulier.

Ne terminons pas cette question sans faire des vœux pour que l'on perfectionne les moyens de production du gaz hydrogène pur, ne formant que de la vapeur d'eau par sa combinaison avec l'oxygène atmosphérique; ce serait là le chauffage salubre par excellence. Il n'y aurait plus de produits toxiques de la combustion, les tuyaux de cheminées actuels ne serviraient que pour évacuer l'air vicié. Quelle mine d'or dans l'atmosphère qui nous environne, si l'on pouvait la décomposer économiquement pour trouver dans ses deux éléments la chaleur et la vie !

DU CHAUFFAGE DES SERRES.

La vie végétale, de même que la vie animale, ne pouvant avoir lieu que dans certaines limites de température et les besoins de la civilisation, aussi bien que l'étude des familles végétales, ayant fait intervertir l'ordre des saisons et la croissance naturelle des plantes sous la latitude qui leur convient, on est obligé de créer des climats artificiels dans des enceintes closes et d'y entretenir l'un des principaux éléments de toute végétation : la chaleur.

Il y a donc lieu de se demander quel est le meilleur moyen de se procurer ce climat artificiel, en d'autres termes, quels sont pour les plantes les appareils de chauffage les plus simples et les plus économiques, puisque dans l'industrie horticole la question consiste sur-

tout à élever avec le moins de dépense la température d'un lieu donné et à faire durer, à modifier au besoin cette température.

En étudiant les modes divers de chauffage, dans les chapitres précédents, nous avons donné l'histoire des essais tentés jusqu'à ce jour pour résoudre le problème qui concerne particulièrement les habitations. Bien que l'étude des serres semble étrangère au but de ce livre, elle en est le corollaire, car, aujourd'hui, il n'est pas d'habitation complète sans qu'on y annexe un jardin d'hiver, quelque modeste qu'il soit, pour poétiser et embellir les pièces de réception.

Pendant bien des siècles, les jardiniers n'ont connu pour activer la végétation des plantes que les couches formées de fumier en fermentation. Les serres n'existaient pas dans l'antiquité à cause de l'absence d'un élément indispensable à la construction : le verre. Ce n'est qu'à la fin du dix-septième siècle que la culture forcée et les jardins d'hiver se répandirent en Europe et encore ne furent-ils longtemps que le partage des classes riches, tandis qu'aujourd'hui le plus modeste bourgeois peut se donner le luxe d'un climat artificiel. Au reste, la serre n'a réellement d'importance que dans les pays septentrionaux. Les tempéraments très-divers des plantes ont d'abord ajouté beaucoup aux difficultés de leur conservation ; car elles n'exigent ni le même degré de chaleur, ni le même degré d'aérage et de lumière, ni la même humidité atmosphérique. En outre, elles fleurissent à des époques différentes. De là, la nécessité de faire des serres à plusieurs compartiments.

On a successivement appliqué à leur chauffage tous les systèmes. Le premier et le plus ancien est le chauffage du sol à l'imitation des Romains. On construisait un poêle en terre cuite à l'une des extrémités de la serre et on en dirigeait la fumée sous les plantes dans des conduits en briques ou en poterie. Le Berryais dans son Traité des serres et orangeries, publié en 1788, nous donne une description complète des poêles ou fours employés de son temps. Nous en trouvons un autre exemple dans l'ouvrage de Robertson publié à Londres en 1798. Avant l'invention du thermosiphon, on forçait les fruits en Angleterre dans des serres adossées à des murs très-épais dans lesquels circulait la fumée. La fig. 232, tirée de l'ouvrage de Robertson, en donne l'idée : les plantes étaient tenues écartées du mur (fig. 233), et quelquefois, comme on le voit dans la coupe (fig. 234), la fumée circulait dans des conduits isolés faisant fonction de calorifères en terre cuite.

En France, nous voyons dans les ouvrages spéciaux publiés au commencement du siècle, que l'on employait aussi le système des Chinois,

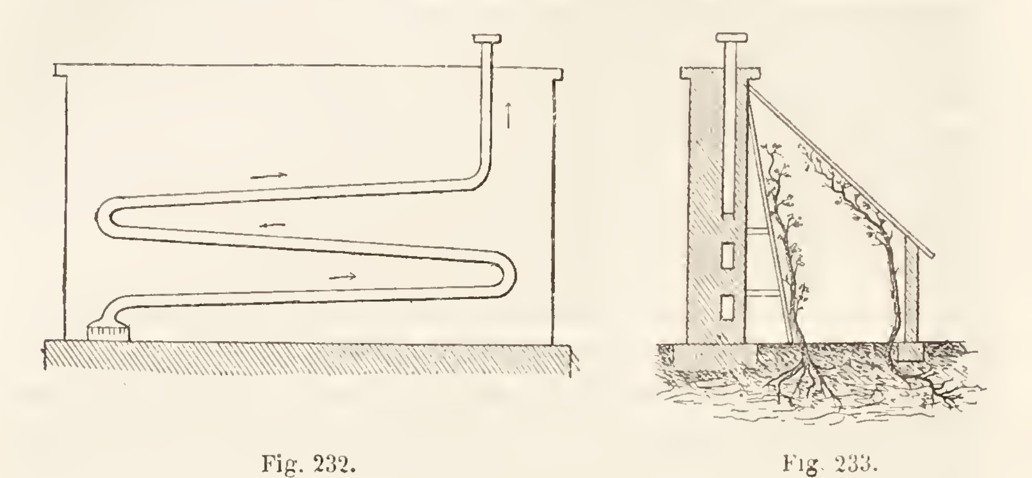


Fig. 232. Fig. 233.

continué par les Romains dans leurs hypocaustes et nommés par les

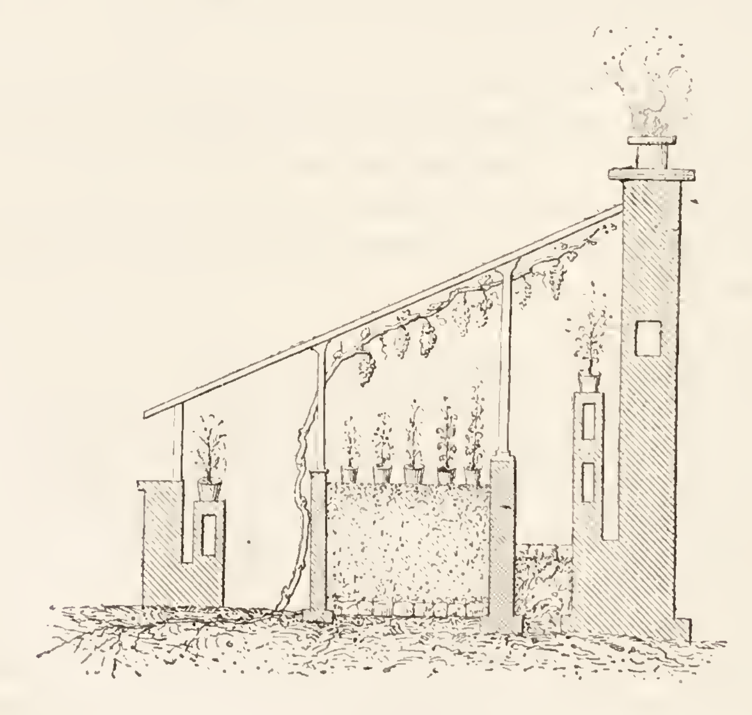


Fig. 234.

Anglais « Bottom Heat » ou chaleur de fond. La figure 235, tirée du « Cours d'agriculture » publié en 1800, nous montre un foyer en briques, envoyant sa fumée dans le sol, tout autour de la serre, qui est ombrée par deux toiles intérieures et extérieures mues par des pou-

lies. Dans un ouvrage publié à Londres par Todd, en 1807, nous voyons, fig. 236, un autre mode d'installation des conduits de fumée. A est le foyer, B le départ protégé par une plaque de fonte et une épaisse couche de briques; C la coupe du conduit de fumée placé sur des tuiles plates pour l'isoler du sol et ne pas nuire au tirage; D, briques sur champ avec isolement recouvert d'une plaque de fonte pour augmenter la surface de chauffe.

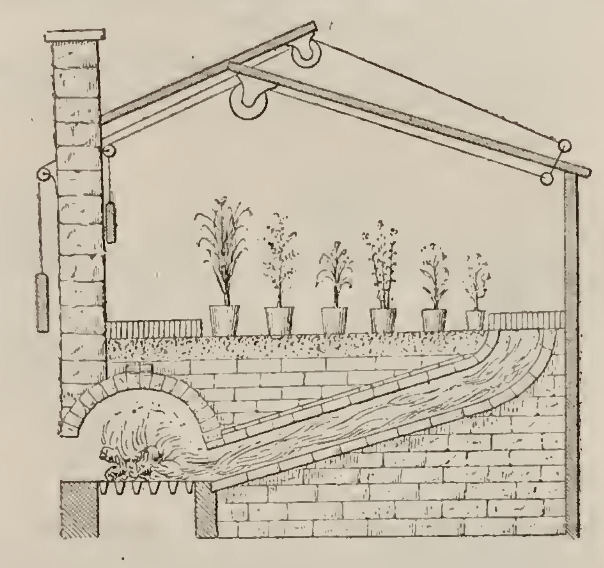


Fig. 235.

C'est à la fin du siècle dernier que fut appliqué, pour la première fois en Angleterre, un nouveau moyen qui a précédé le thermosiphon. En étudiant l'histoire du chauffage, nous avons vu que la vapeur avait été utilisée dans les serres bien avant l'eau chaude, mais on ne peut guère employer ce moyen que dans les grands établissements à cause de la dépense et de la perfection des appareils qui réclament des soins intelligents. Si l'eau chaude a prévalu généralement, c'est parce qu'elle tient la chaleur plus longtemps et que l'ensemble de l'installation est plus simple, plus économique et plus à portée des jardiniers ordinaires.

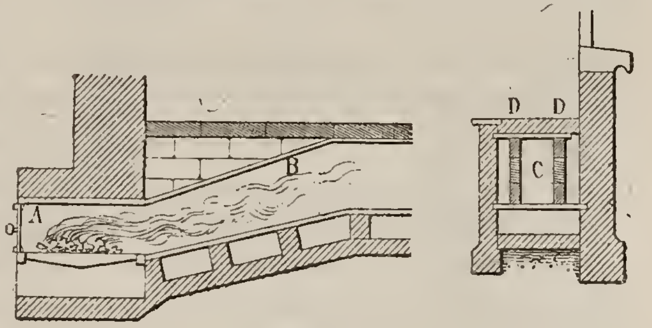


Fig. 236.

Nous donnons, fig. 237, la disposition du chauffage à eau indiqué en 1818 par le marquis de Chabannes : il fait l'application des poêles à tubes intérieurs qui a été reproduite en France par différents ingénieurs et appliquée au chauffage dans une foule de circonstances. Quant aux calorifères ou poêles à air chaud, ils envoient la chaleur d'une manière inégale et irrégulière dans les diverses parties de la

terre. A moins de dispositions particulières, ils sont souvent insalubres, surtout pour les plantes, qui sont bien plus sensibles que nous à l'action des gaz délétères.

Nous avons dit, au chapitre des calorifères, que les effets de l'air placé au contact de surfaces métalliques surchauffées étaient des plus

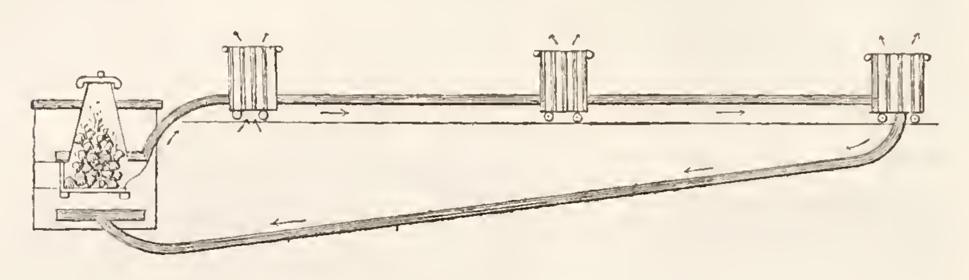


Fig. 237.

fâcheux au point de vue de l'hygiène. Les matières organiques, tenues en suspension dans l'atmosphère, se décomposent sous l'influence de la chaleur et produisent des gaz de diverses natures qui sont des plus défavorables à la vie végétale et animale. En outre, l'oxygène atmosphérique peut se combiner avec le fer ou la fonte des appareils et peut produire de l'oxyde de carbone; enfin, sans parler de l'excessive sécheresse à laquelle on ne remédie qu'imparfaitement avec des vases d'évaporation, rien ne nous prouve que les propriétés électriques de l'air ne soient pas modifiées d'une manière fâcheuse. De tous ces faits on a la preuve certaine par la mauvaise végétation des plantes chauffées par les poêles de fonte. Mais on peut le prouver encore d'une autre manière, en recueillant dans une enceinte close de l'air provenant d'un poêle surchauffé. Si on laisse refroidir cet air de manière à le ramener au degré ordinaire et qu'on y plonge un animal quelconque, ce dernier donnera des signes non équivoques de malaise et ces signes ne disparaîtront que si on replace l'animal à l'air libre : de là, l'utilité de l'eau chaude et l'un des motifs principaux qui l'ont fait adopter pour les serres.

Le chauffage au gaz a été peu employé parce qu'il est trop dispendieux; néanmoins, dans certains cas, comme dans la serre à boutures et les petites serres d'expériences, il peut rendre des services; la fig. 238 indique le principe d'une disposition adoptée par M. Ermens dans les serres de la ville de Paris. L'enveloppe A en briques, renferme une double cloche métallique remplie d'eau que la chaleur du gaz

vient contourner avant de passer dans le tuyau d'évacuation B. Les serpentins ordinaires sont dirigés sous les bâches et le tout peut se

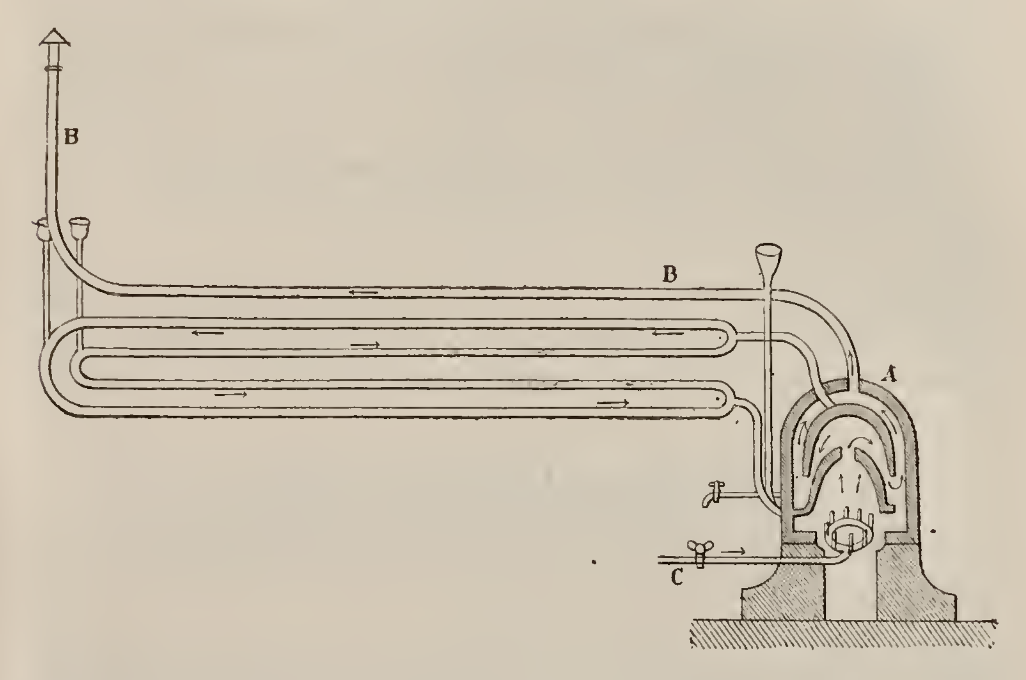


Fig. 238.

placer dans la serre. Une fois qu'on a obtenu la température qu'on désire, on règle le robinet d'arrivée C et la combustion, suivant la déperdition qui se fait par le vitrage.

J'arrive au chauffage par excellence, au thermosiphon, auquel les horticulteurs ont donné la préférence et non sans plusieurs raisons. En effet, c'est lui qui offre le plus de régularité et de salubrité : j'en ai détaillé tous les avantages dans le chapitre relatif aux habitations chauffées par une circulation d'eau chaude. Pour les serres, il est inappréciable de pouvoir porter la chaleur à de grandes distances par des pentes minimes, de l'emmagasiner à volonté pour les longues nuits d'hiver, en couvrant le combustible de cendres mouillées, de pouvoir avec le même foyer desservir trois serres à températures différentes comme on le voit, fig. 239, par la simple multiplication des tuyaux, d'éviter la fumée ou l'air surchauffé et insalubre des poêles de fonte, enfin de pouvoir passer sous les portes, par des coudes, à travers les bâches, sans gêner ni le passage, ni les plantes et en ramenant toujours l'eau comme un serviteur docile au point de départ.

Les premiers appareils à circulation d'eau chaude n'ont pas toujours

été en vases clos. En Angleterre, on a employé longtemps le « Tank System », qui consistait à faire circuler l'eau dans des réservoirs peu

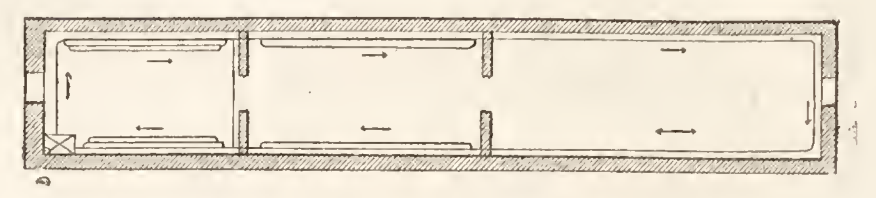


Fig. 239.

profonds, à large surface et à découvert; mais ce système n'a plus que des emplois très-limités. On se borne à mettre dans quelques serres spéciales et de place en place, des tuyaux d'évaporation (fig. 240),



Fig. 240.

ou bien on arrose abondamment le sol. Nous donnons, fig. 241, tirée du « Gardener's chronicle », le mode de chauffage à l'eau chaude usité en Angleterre vers 1820. En France, Bosc mentionne dans « l'Encyclo-

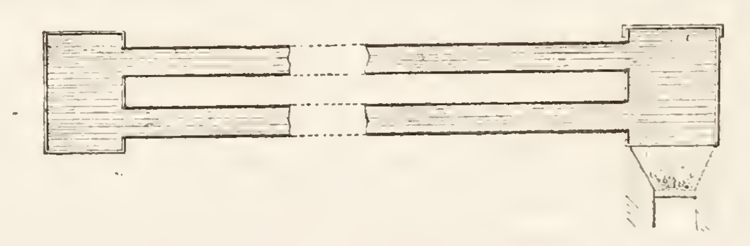


Fig. 241.

pédie méthodique » publiée en 1816, qu'il a été témoin d'expériences faites au Jardin des Plantes, avec de l'eau chaude, mais qu'on les a abandonnées, faute d'obtenir une chaleur suffisante. De même qu'en Angleterre, on établit d'abord chez nous des chauffages à la vapeur, avant ceux à l'eau chaude. Ce n'est ensuite que vers 1830, qu'on mentionne les premiers appareils importants installés d'abord au jardin de Versailles. Puis en 1834, M. Gontier commence à populariser ce qu'il appelait alors des « calorifères d'eau ». Depuis cette époque, l'usage s'en est promptement répandu chez nous.

Voyons maintenant les meilleures dispositions à adopter pour les appareils actuels.

La chaudière. Elle peut être en tôle rivée, en fonte ou en cuivre. Peu importe le métal, la conductibilité ayant moins d'importance qu'on ne le pense pour cet emploi particulier. L'essentiel est d'avoir un appareil bien fait, simple et facile à inspecter. Si l'on emploie le cuivre, il faut lui donner une épaisseur suffisante, 0^{m},003 ou 0^{m},004, dans la partie soumise au choc du tisonnier. Les formes qu'on a brevetées depuis quarante ans varient à l'infini; celle qu'on choisira devra être simple, sans trop de multiplications de contours ou de soudures qui augmentent les risques de réparations sans augmenter en proportion l'économie du combustible. Il est avantageux de mettre l'appareil dans la serre, mais la porte du foyer sera invariablement en dehors pour éviter les cendres et la fumée sur les plantes. Dans ces derniers temps, la complication des tuyaux de fumée, la cherté de la main-d'œuvre, les difficultés de réparations, ont fait donner la préférence à des chaudières simples n'exigeant aucun entourage de briques ou maçonnerie et pouvant se placer partout par un ouvrier ordinaire. Nous donnons ici, à titre de renseignement seulement, deux des formes principales, les dispositions proposées par les inventeurs étant innombrables. La forme des fig. 242 et 243 dont la face seule se trouve en dehors de la serre,

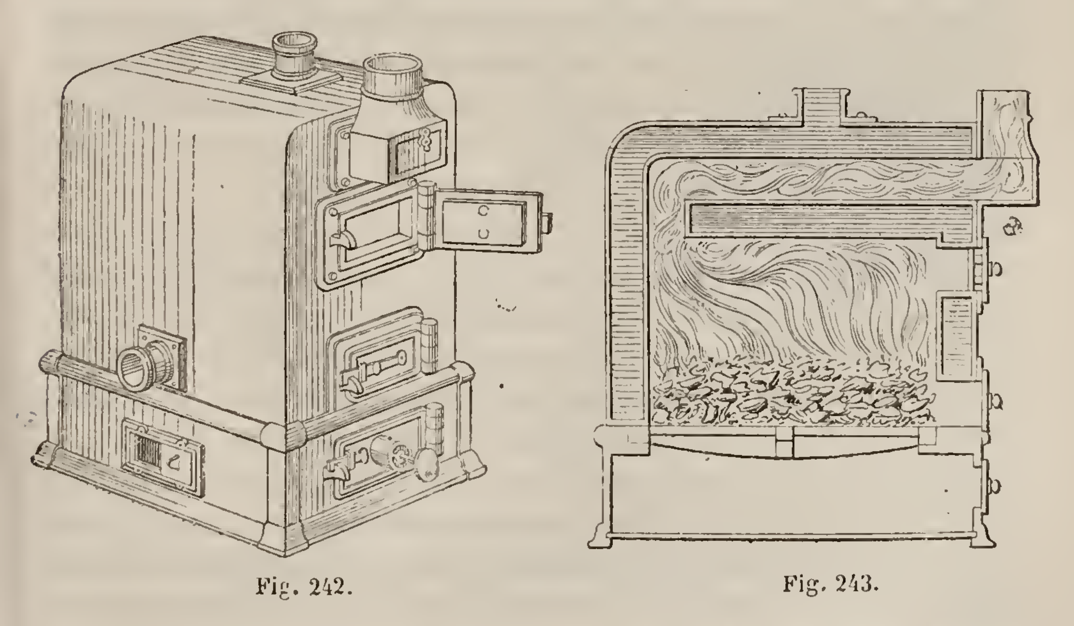


Fig. 242. Fig. 243.

me semble recommandable. L'allumage, le chargement, le départ de fumée, tout est à l'extérieur. Lorsqu'au contraire, on voudra un appa-

reil revêtu de briques pour emmagasiner la chaleur, la forme de la fig. 244 est, à mon avis, l'une des meilleures. Elle est peu compliquée et elle réunit l'avantage du fer à cheval avec celui de l'équerre dont le plafond utilise parfaitement le retour de la fumée.

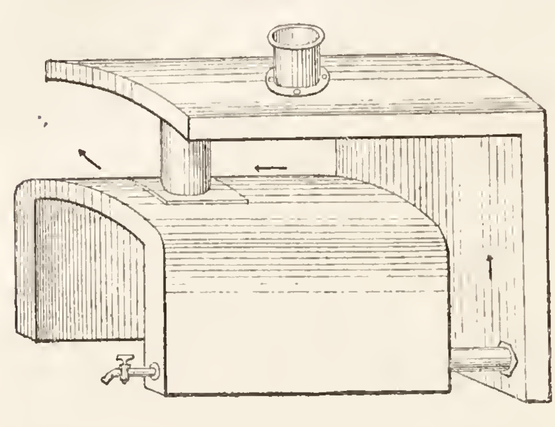


Fig. 244.

Quand on aura des serres considérables, il sera toujours prudent d'avoir deux chaudières communiquant chacune avec une circulation générale, en sorte que s'il arrive un accident, on ne soit jamais pris au dépourvu. Lors des froids peu rigoureux, on n'allumera qu'une chaudière, mais l'autre sera toujours prête au besoin et ne servira que pour les nuits longues et froides ou pour les accidents possibles.

Tuyau de fumée. On pourra, si on le met dans la serre, utiliser sa chaleur en employant de longs tuyaux à gaz, de 3 à 4 mètres de long, pour avoir le moins de joints possibles. A l'extérieur, il est préférable d'employer des tuyaux de poterie; mais, si l'on a des tuyaux métalliques, on peut éviter le bistre en entourant le tuyau central d'une enveloppe de tôle galvanisée et en mettant du sable fin ou de la terre à four entre les deux tubes. Le sommet sera garanti de la pluie par une calotte mobile ou une gueule de loup, si la position l'exige.

Combustible. A moins de circonstances locales toutes particulières, la houille est, de tous les combustibles, le moins cher, celui dont la puissance calorifique est la plus considérable et qui, tout en tenant le feu longtemps, développe plus promptement la chaleur. Le coke est également un bon combustible, surtout quand on voudra éviter la fumée près d'une habitation et diminuer le diamètre des tuyaux.

Tuyaux de circulation. Ils seront en cuivre ou en fonte et d'un diamètre moyen de $0^m,10$ à $0^m,12$. Les petits tuyaux offrent une plus grande surface de chauffe avec un petit volume d'eau, par conséquent un chauffage rapide et un prompt refroidissement. L'emploi des gros tuyaux exige plus de temps pour le chauffage, mais il emmagasine plus de chaleur. On prend la moyenne, c'est-à-dire des tuyaux de $0^m,08$ à $0^m,14$,

suivant les cas. L'épaisseur et la nature du métal ont moins d'influence qu'on ne le croit sur la transmission de la chaleur : si le cuivre est meilleur conducteur, la fonte est rugueuse et offre plus de surface de transmission. En somme, pour la circulation, la fonte est moins chère, moins élégante, moins nette que le cuivre. Il ne faudra pas craindre d'avoir une étendue de tuyaux au-dessus de celle qui est strictement nécessaire, d'abord, afin d'être en mesure pour les grands froids, mais surtout à cause de ce fait observé chez l'homme comme chez la plante, c'est qu'une quantité de chaleur donnée, qui provient d'un appareil à moyenne température, est plus favorable à la végétation que la même quantité de chaleur produite par des appareils surchauffés.

Quand on aura plusieurs serres à construire, le meilleur plan consiste à les placer parallèlement et à les réunir d'un côté par une galerie close, servant d'entrée et en même temps de collecteur pour la distribution des tuyaux de circulation : ces tuyaux branchés sur le collecteur sont desservis par des robinets d'arrêt qui rendent chaque unité de serre indépendante.

Outre la multiplication des tuyaux, pour augmenter la température sur un point donné, comme on le voit dans la figure 239 qui représente trois serres chauffées par la même chaudière, on peut avoir recours au moyen qui fut d'abord breveté par Price en 1829 (fig. 245), et qui produit l'effet des serpentins pour le chauffage domestique.

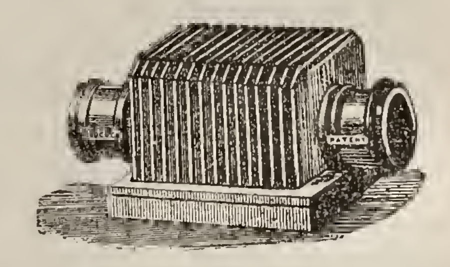


Fig. 245.

Dans certains cas, par exemple, pour les serres d'appartement, il arrive quelquefois que l'on ne peut multiplier les tuyaux, c'est-à-dire les transmissions à volonté, ce qui oblige à une surveillance plus grande des foyers surtout dans les nuits d'hiver. Il faut alors mettre en sous-sol un ou deux réservoirs de tôle, de dimension convenable, pour emmagasiner beaucoup d'eau, c'est-à-dire, beaucoup de chaleur. Ces réservoirs, réunis à la circulation des tuyaux supérieurs, permettront avec deux ou trois chauffes par jour de suffire à tous les besoins.

On connaît les moyens généralement employés pour éviter le refroidissement des serres : les paillassons, la double porte pour l'entrée, les doubles vitrages, comme on les emploie en Russie; mais pour

obtenir l'effet opposé, c'est-à-dire, le rafraîchissement en été, un moyen qu'on n'emploie pas assez, surtout pour les jardins d'hiver, consiste à amener sur l'arête du toit un tuyau perforé de trous nombreux et laissant jaillir sous forme de jets très-fins, l'eau qui s'étale sur la toiture et y détermine à peu de frais une évaporation, c'est-à-dire un refroidissement efficace.

DE LA VENTILATION DES SERRES.

Lorsqu'en hiver, les plantes sommeillent, il est assez naturel de n'attacher qu'une médiocre importance aux moyens artificiels d'aération. En effet, la ventilation accidentelle qui se produit par les joints des vitres et les autres ouvertures de la serre est souvent suffisante.

Mais il n'en est pas de même si les plantes sont en pleine végétation. Leur vitalité se manifeste surtout par l'assimilation d'un des éléments de l'atmosphère et on comprend, de prime abord, de quelle importance est alors le renouvellement de l'air dans une enceinte close. Les plantes vont nous apprendre ici ce que nous verrons plus tard, quand il s'agira de la ventilation des salons, où ce qu'on entend par ventiler, consiste à ouvrir, soit un vasistas, soit une porte qui amène souvent de l'air à 0° dans une salle de bal où la température est à + 30 ou 40 : c'est une avalanche de rhumes et de fluxions de poitrine qu'on introduit dans la salle, et malheur aux partisans de l'aération ! On les voue aux dieux infernaux et l'on se hâte de tout fermer hermétiquement pour s'empoisonner les uns les autres.

Eh bien ! les plantes nous tiennent un langage bien clair : comme nous, elles ne peuvent se développer sans air, mais à une condition, c'est qu'il entrera préalablement chauffé, et non surchauffé, c'est qu'il ne produira pas de courants perfides et qu'il sera divisé à son entrée. Pour cela, il y a plusieurs moyens : d'abord on peut combiner des ventouses amenant l'air extérieur autour du thermosiphon ou des tuyaux de fumée. Ces ventouses seront soigneusement fermées la nuit, surtout en cas de cessation de feu; ou bien, comme le conseille Thompson, on entourera par intervalle quelques mètres des tuyaux de circulation d'un double tube (fig. 246), isolé de quelques centimètres et recevant l'air extérieur par une ventouse dont on règle l'ouverture à volonté avec une clef. L'air se renouvellera ainsi au

contact des tuyaux et la sortie en aura lieu, soit par une bouche d'appel allant au foyer, soit par des ouvertures à coulisse ménagées

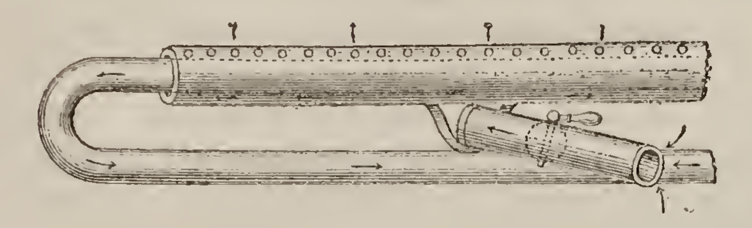


Fig. 246.

dans les parties supérieures des murs. On a proposé, pour l'introduction de l'air en hiver, une foule d'autres moyens. L'essentiel, c'est que l'air rentrant n'arrive jamais sur les plantes sans être préalablement élevé à une température convenable, en le mettant au contact des appareils et qu'on puisse en régler l'entrée suivant les besoins. Mentionnons, en terminant, les moyens usuels les plus employés pour proportionner la température des serres aux besoins des plantes. Ils consistent uniquement dans la multiplication des tuyaux, comme l'indique la figure 239, ou dans des serpentins, ou des multiplications de transmission par des plaques (fig. 245), moyens que nous avons vu proposer depuis longtemps par Sylvester et appliqués par M. Gurney en Angleterre dans ses appareils.

DES SERRES D'EXPÉRIMENTATION.

Bien que les lignes qui suivent soient quelque peu en dehors de mon sujet, qu'il me soit permis, à l'occasion des serres, de faire remarquer qu'il y a encore de grandes lacunes à combler au sujet du mode d'action de la chaleur, de la lumière et de l'électricité sur les végétaux. Quand on veut étudier l'action des diverses températures, les moyens employés dans les laboratoires sont insuffisants, parce qu'on ne peut y constater que des faits inégaux, irréguliers, et cela sur une trop petite échelle. Mieux vaudrait un serre spéciale dans laquelle on pourrait suivre les plantes depuis la germination des graines jusqu'à l'éclosion de leurs fleurs, ou la maturité de leurs fruits, sous des degrés de température et des quantités de lumière déterminés.

En effet, quand on étudie les différences qui séparent le règne animal du règne végétal, on trouve qu'en outre de la locomotion, les animaux sont doués de la faculté de produire de la chaleur et cela dans les limites déterminées, pour que leurs fonctions puissent s'exercer librement. Au contraire, le rôle des plantes est tout passif : elles consomment de la chaleur, elles en vivent, elles n'en produisent pas. Je dirai plus, leur vie se compose d'une série de phénomènes qui ne sont pas tous influencés par la chaleur de la même manière et le degré de température nécessaire au premier développement d'un germe n'est pas toujours celui qui est nécessaire à l'accroissement de la plante ou à la maturité de ses fruits.

Mais, s'il y a là de vastes sujets d'observation, on trouve que la science est encore bien plus obscure en ce qui concerne l'action de la lumière, parce qu'en dehors de cette action, nous voyons des plantes grandir, mais mal remplir les fonctions d'assimilation. Dans ces derniers temps, l'action réelle de la lumière a donné lieu à des expériences très-ingénieuses, mais non encore probantes et acceptées par tous. Il reste bien à apprendre sur les effets de la lumière diffuse, sur l'importance relative de la chaleur sèche ou humide, sur l'action des rayons solaires traversant des verres diversement colorés, sur l'action de la lumière électrique, etc. Enfin, rien ne serait plus facile que de créer une atmosphère chargée de gaz nuisibles ou bien d'acide carbonique, tel qu'elle existait lors de la formation de la houille, dans les premiers âges de notre planète. Que de questions intéressantes à élucider pour les savants! que de progrès il peut en résulter pour l'horticulture !

CONCOURS POUR LE CHAUFFAGE DES SERRES.

C'est peut-être ici le cas de mentionner un concours public proposé en avril 1870, par la Société centrale d'horticulture de France, pour déterminer par une expérimentation exacte : quels sont les meilleurs appareils de chauffage au thermosiphon pour les grandes et les petites serres. En d'autres termes, on voulait rechercher quel était l'appareil susceptible de chauffer une serre le plus économiquement, le plus régulièrement, le plus longtemps et le plus rapide-

ment, dans les meilleures conditions d'hygiène pour le développement des plantes.

Il n'y avait pas d'illusions à se faire sur la valeur réelle du concours, puisqu'on n'aurait eu en fait pour résultat que la meilleure utilisation du combustible, problème éternel de tous les ingénieurs qui cherchent de la force à bon marché.

Seulement, l'horticulteur est dans des conditions particulières : il lui faut de la régularité, ce que l'ingénieur obtient par le volant; il lui faut de la durée, et on l'obtient par l'eau qui emmagasine la chaleur; il lui faut de l'égalité en bas comme en haut; il lui faut transporter la chaleur au loin et la multiplier au besoin sur un point donné; enfin, il lui faut quelquefois de l'humidité et presque toujours de la ventilation.

La Société ne pouvait rien apprendre aux constructeurs, mais elle pouvait faire naître et en tous cas recommander quelques combinaisons nouvelles; enfin, elle devait éclairer les horticulteurs sur le choix des appareils suivant les besoins.

Les conditions générales du concours étaient les suivantes :

Chaque concurrent était pourvu d'un réservoir couvert, en métal uniforme et de même capacité, disposé parallèlement et à air libre, mais séparé des voisins par des cloisons à égale distance et d'égale hauteur : chacun pouvait choisir son combustible, mais à condition d'égalité dans la dépense et la qualité. Les réservoirs étaient mis en communication avec la chaudière par des tuyaux d'égale longueur et d'égal diamètre. L'allumage des feux avait lieu au même moment, et les mesures de la température obtenue, de la durée, de la régularité, de la rapidité du chauffage, enfin l'économie, la solidité de l'appareil devaient entrer en ligne de compte dans la décision du Jury.

Pour des causes que nous n'avons pas à apprécier ici, le concours n'eut pas lieu, mais l'intérêt du sujet reste entier, et il est à espérer que des ingénieurs compétents viendront élucider ces questions si intéressantes pour l'horticulteur.

DES JARDINS D'HIVER OU SERRES D'APPARTEMENT.

La mode des serres d'appartement, très en faveur dans les pays du nord de l'Europe, se répand chez nous de plus en plus. Une habitation ne semble pas complète si elle n'est ornée de fleurs ou du moins de ces plantes vertes si rustiques et si faciles à conserver, même dans nos étroites demeures. Beaucoup de propriétaires, désireux de se donner le luxe d'un petit jardin suspendu, hésitent en présence des difficultés apparentes de la construction. En effet, il faut prévoir bien des choses auxquelles on ne pense que quand la serre est presque terminée. Nous allons donner quelques idées générales qui guideront l'amateur et l'aideront à satisfaire son goût des choses de la nature.

Nous supposons la serre placée à l'un des étages d'une maison sur des solives ordinaires et pouvant recevoir en abondance deux des éléments indispensables à une bonne végétation : l'air et la lumière.

On songera d'abord à l'arrivée d'un tuyau d'eau pour les arrosements, tuyau qu'on aura soin de mettre à l'abri de la gelée par les moyens habituels, c'est-à-dire, une double enveloppe remplie de sciure de bois. On avisera ensuite au départ des eaux d'arrosement et de nettoyage. En effet, si l'on veut conserver des plantes au milieu d'habitations où volent les poussières de tout genre, on sait qu'il est indispensable de faire des lavages de feuilles fréquemment et des bassinages répétés, surtout en été. Il va sans dire que dans l'intérêt des plantes comme dans celui des habitants, les jardins d'hiver seront toujours complétement isolés des appartements par des cloisons vitrées.

Une fois ce premier point déterminé, de quelle matière ferons-nous les boîtes ou caisses à fleurs? De tous les matériaux, le plus commode, le plus facile à entretenir est la terre cuite, qu'on peut varier en dessins et dimensions de tout genre. Les métaux s'oxydent à la longue; les bois se gonflent et se pourrissent, les fantaisies en bambous sont des nids à poussière et à insectes : seule, la terre cuite ne s'altère jamais. La figure 247 indique un des genres fabriqués par

M. Debay et très-en vogue à Paris. Quand on aura installé et raccordé ses panneaux, on fera à l'intérieur un lit de ciment sur béton

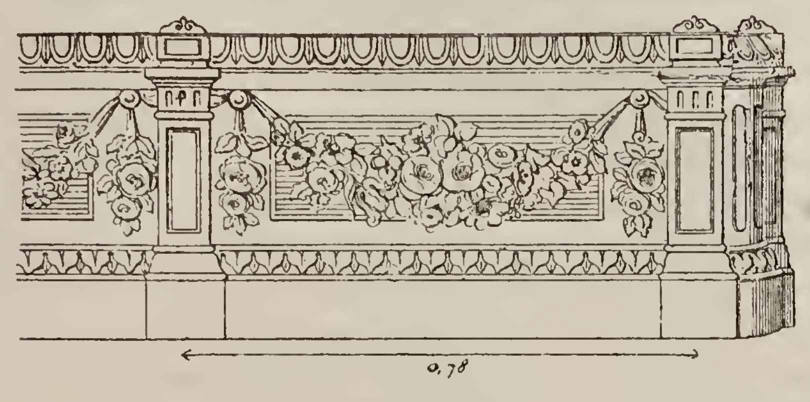


Fig. 247.

avec pente convenable et ruisseau au milieu (fig. 248). Si l'on veut prendre des précautions exceptionnelles pour l'étage inférieur, ce lit

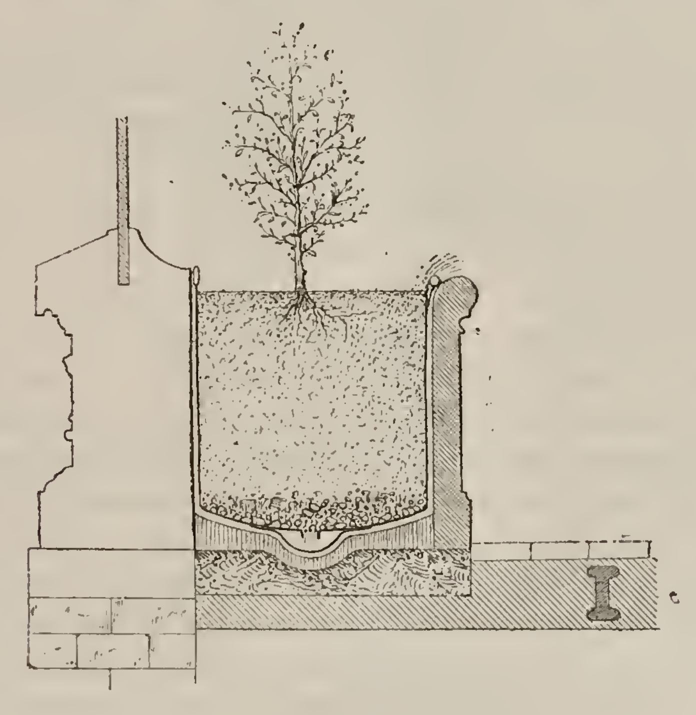


Fig. 248.

sera recouvert d'une feuille de plomb ou de zinc. Puis, sur ce fond imperméable, on posera des caisses en zinc, d'une longueur de 1m,50 au plus. Ces caisses seront percées en bas de quelques trous et auront

par devant un léger bourrelet. Par derrière, le zinc remontera de 0^{m},10 plus haut que la bâche, contre le mur, qu'il protégera pendant les binages et les arrosements : chaque caisse sera raccordée avec sa voisine par une petite bande mobile à recouvrement cachée par la terre. L'écartement des parois sera maintenu par de petits tubes de 0^{m},02 à 0^{m},04, soudés à la caisse par leurs deux extrémités de distance en distance; on étendra au fond les racines des mottes de terre de bruyère renversées pour assurer un drainage facile et favorable aux plantes. Sur le devant de la caisse on plantera du lycopode en bordure, au milieu et au fond des plantes vertes, des camélias tapissés; puis, dans les intervalles, en hiver, des primevères, des bruyères, etc., suivant la saison. Ce changement peu coûteux de fleurs variées animera l'aspect général des bâches, surtout pour les jours de réception.

Avant la plantation, nous avons à prévoir bien des choses, si l'on veut préserver des plantes qui ne doivent entrer dans la serre que quand tout ouvrier, peintre, maçon, fumiste, gazier aura disparu. Il faudra penser au soleil brûlant de l'été, c'est-à-dire, préparer des ouvertures nombreuses qui devront toujours être disposées du dedans au dehors et fermées hermétiquement pour l'hiver. La serre sera recouverte en haut et sur le côté de claies roulantes fortement attachées. On songera aussi à se réserver un petit abri pour serrer les outils indispensables au service : arrosoir, tuteurs, éponges, sécateur, fil de plomb, etc. Une entrée sera prévue pour le passage des fleurs et du jardinier sans salir les appartements ; sur les murs on disposera les treillages cloués sur des cales à 2 centimètres de distance pour faciliter le palissage des plantes et leur ventilation. Dans les axes des portes on appliquera des glaces, isolées du mur de quelques centimètres, entourées d'un cadre en bois découpé et protégé en haut par une bavette en plomb.

Il nous reste à dire quelques mots de l'éclairage et du chauffage, deux questions assez difficiles, et différentes suivant les lieux et les besoins. Quand on pourra disposer de l'étage inférieur, il vaudra mieux y installer le chauffage; je dirai plus, il faudrait faire descendre les bâches en sorte de ne les faire saillir sur le sol que de 0^{m},30 environ par une bordure en pierre dure, à moulure ou en terre cuite (fig. 249). La serre paraîtra plus grande et les plantes seront vues d'un point plus favorable, c'est-à-dire plus élevé. Le chauffage, au-

tant que possible, se fera avec de l'eau chaude combinée avec l'air chaud pour les grands froids, ou bien avec des poêles à combustion lente qui n'exigent pas de soins fréquents; on n'oubliera pas les thermomètres à minima, placés dans les points les plus froids de la serre pour s'assurer que le chauffage est suffisant pendant les longues nuits d'hiver. Afin d'éviter l'aspect toujours fâcheux des tuyaux dans une serre-salon, on les placera dans une gaîne revêtue de zinc, avec pente convenable, et couverte d'une grille posée sur fers cornières. Les tuyaux seront mis en communication avec une chaudière placée

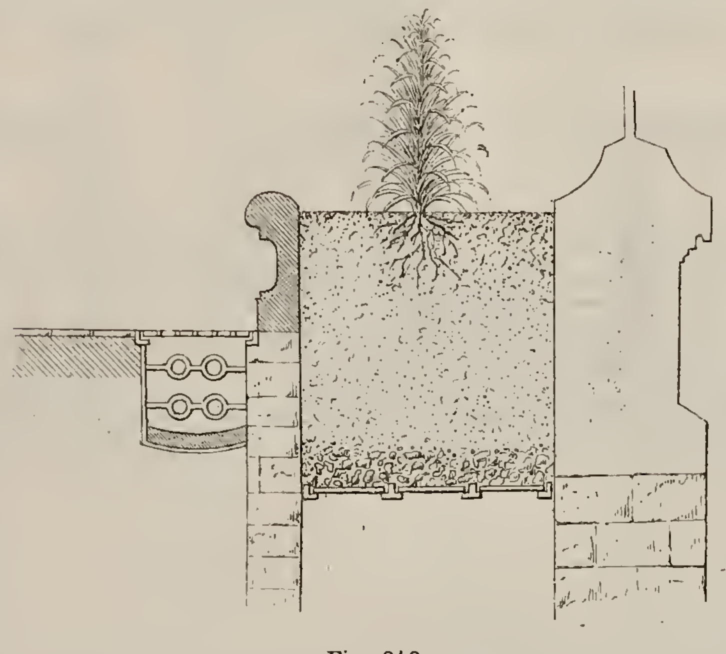


Fig. 249.

en sous-sol et, au besoin, on y joindra un grand réservoir pour emmagasiner la chaleur.

Le mobilier de la serre devra être léger, confortable; si l'on a la place et les soins nécessaires, un aquarium, une volière compléteront l'ornementation et s'harmoniseront bien avec les plantes. Quant à l'éclairage, on sait combien il est difficile de l'obtenir suffisant faute de parois réfléchissantes. Si l'on choisit un lustre à gaz, ce qui n'a nul inconvénient, puisqu'une serre n'est allumée qu'accidentellement, il faut que le lustre soit recouvert d'un métal inoxydable, platine, nickel, or ou argent, sans quoi l'humidité de la serre oxyderait et détruirait les becs en quelques semaines. Les lustres tout en

cristal sont préférables aux autres comme effet et comme entretien. On aura prévu au plafond des tire-fonds pour y suspendre des corbeilles de plantes appropriées et au milieu le lustre à gaz. Nous terminerons en recommandant, pour le sol, des mosaïques ou des terres cuites non émaillées et recouvertes de nattes de Chine en été. Quant à la peinture, les murs seront en vert d'eau très-tendre pour le fond, plus foncé pour le treillage et les bois découpés. Les plantes fourniront le troisième ton, d'un vert sombre, qui ressortira à merveille sur les fonds clairs. Nous ne disons rien ici de la plantation. Depuis que le goût des plantes vertes s'est répandu chez nous, les serres de nos horticulteurs offrent des choix de palmiers, dracœnas,

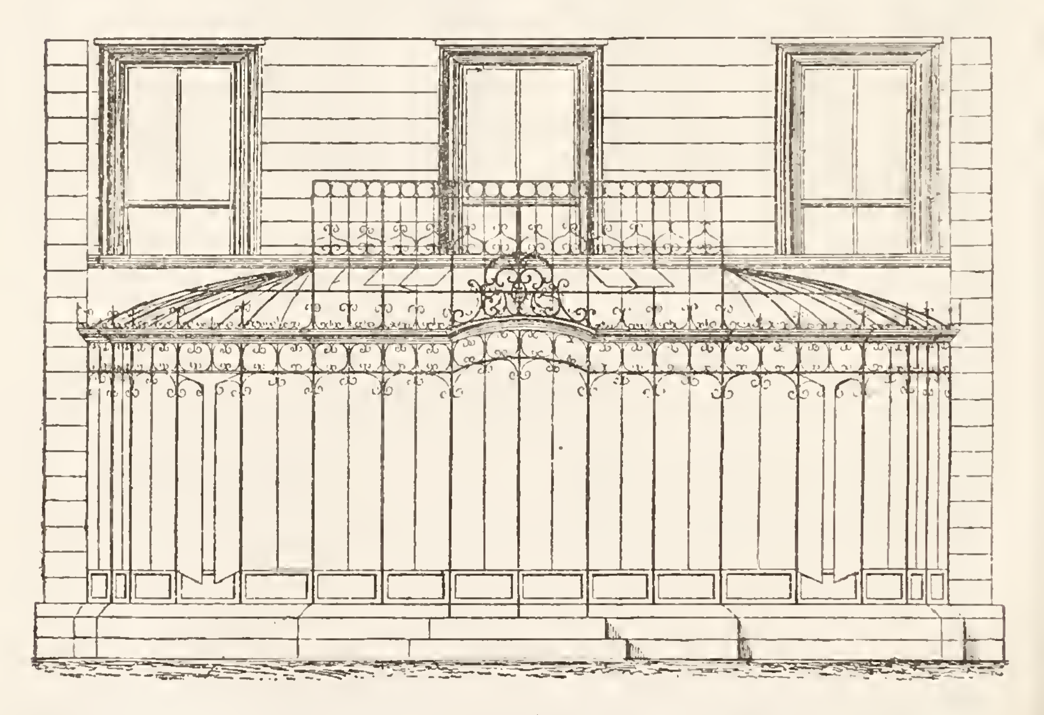


Fig. 250.

cocotiers, camélias, bananiers, etc., avec lesquels un homme de goût saura facilement combiner les effets les plus pittoresques.

Nous donnons ici des exemples des principales formes de serres ou de jardins annexés aux habitations. Les figures 250 et 251 indiquent un jardin placé au rez-de-chaussée et permettant les bâches et le chauffage de la fig. 249. Les figures 252 et 253 supposent le jardin d'hiver suspendu au premier étage et formant galerie de communication entre

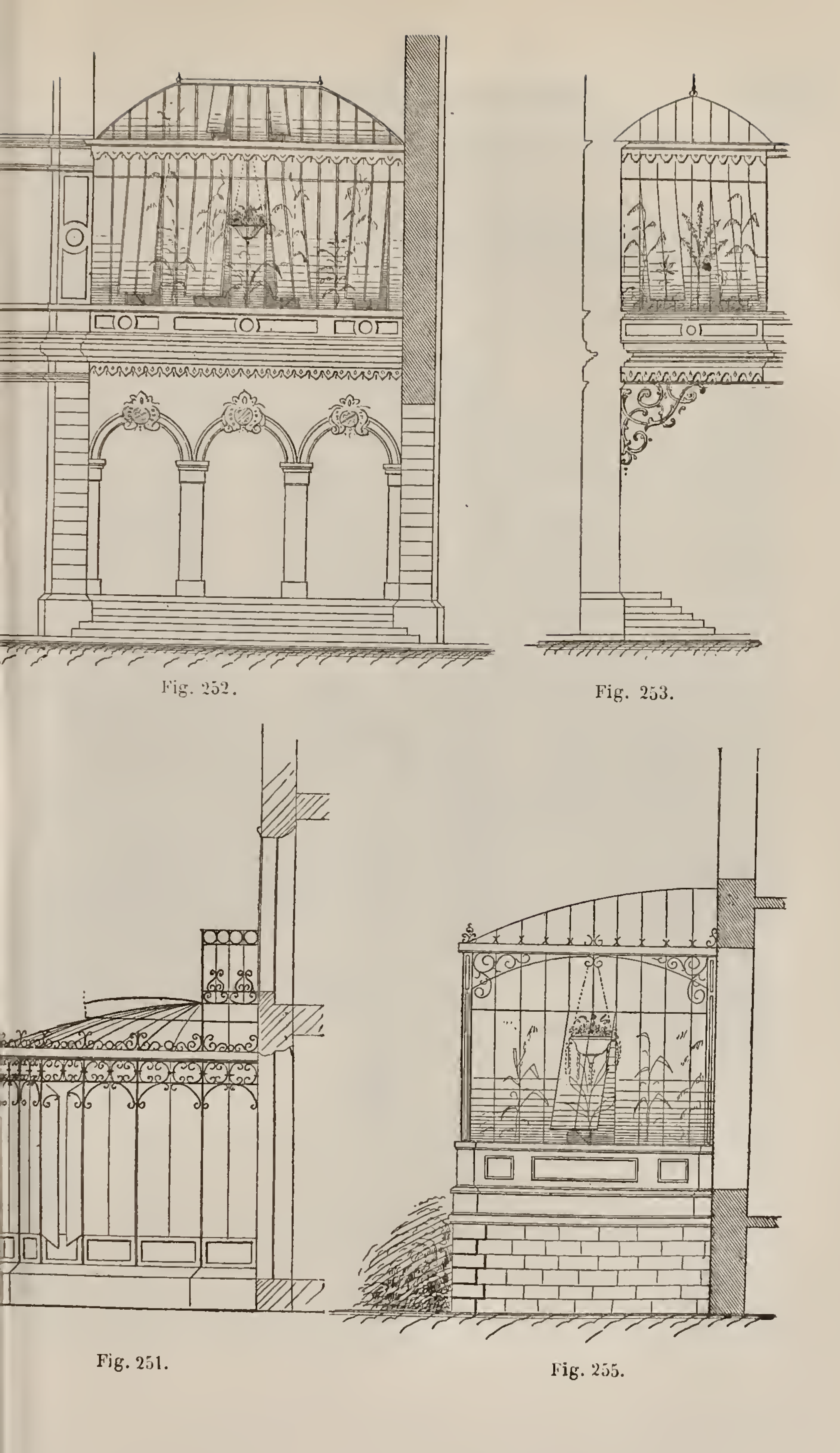


Fig. 252.

Fig. 253.

Fig. 251.

Fig. 255.

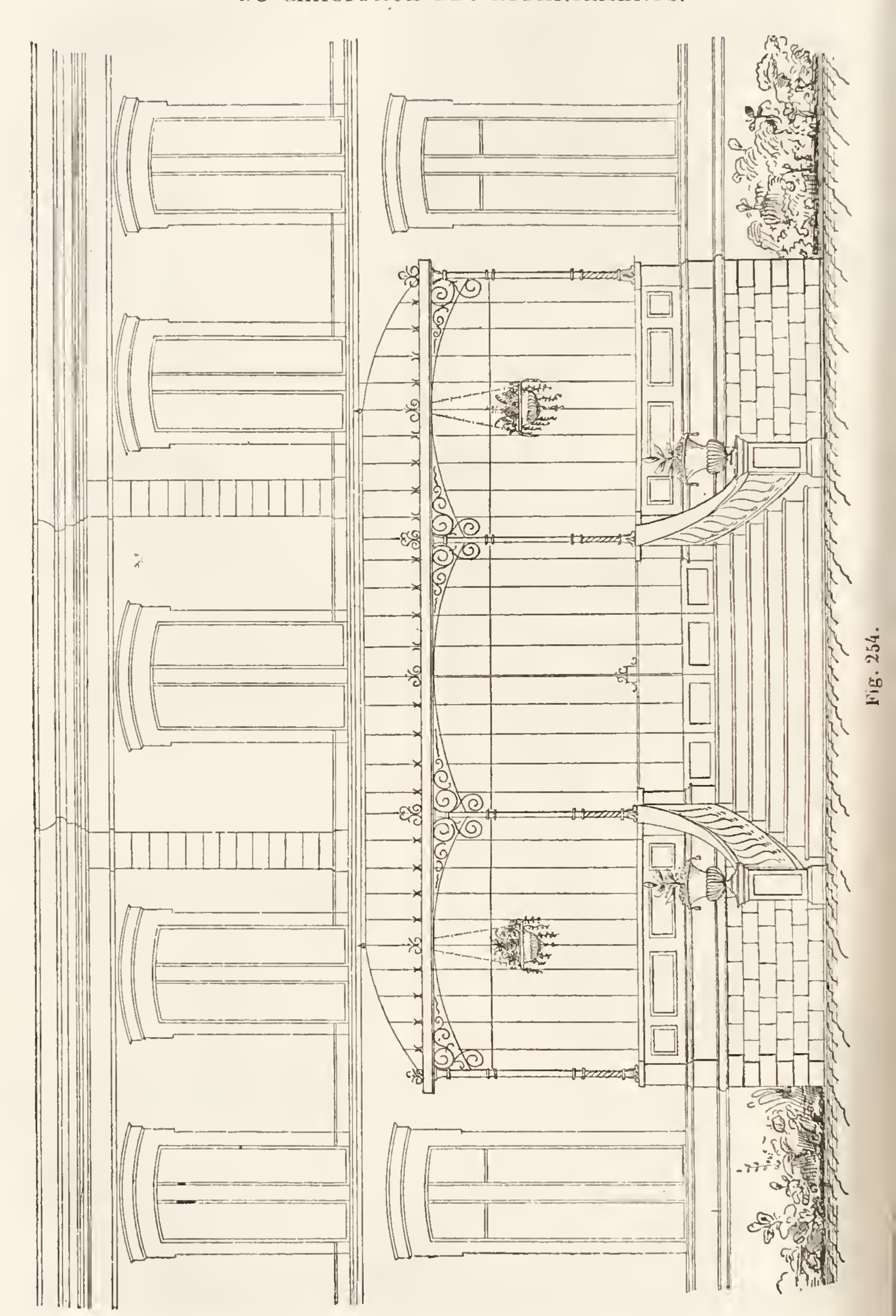


Fig. 254.

diverses pièces. Cette disposition, fort usitée aujourd'hui, peut varier à l'infini : c'est l'annexe indispensable d'un boudoir ou d'un cabinet de travail.

Les figures 254 et 255 s'appliquent à un rez de-chaussée élevé;

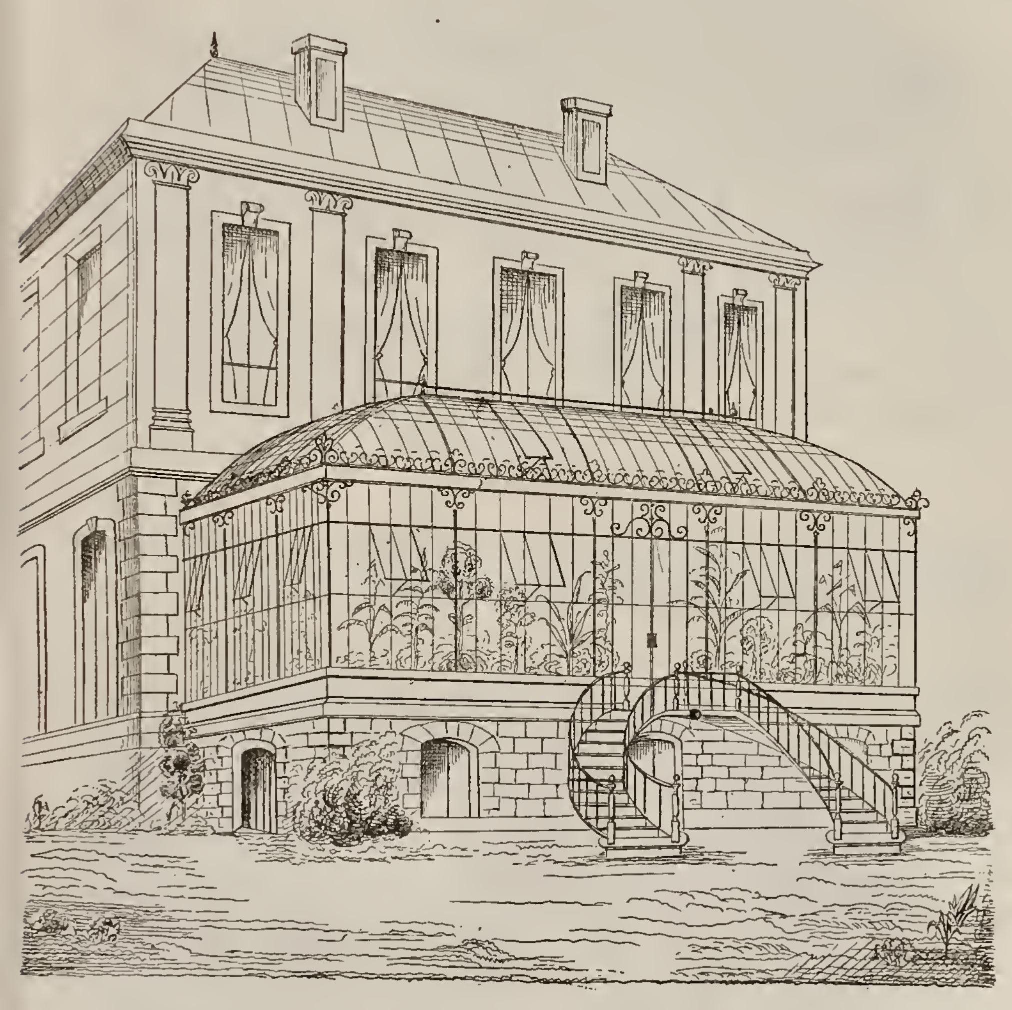


Fig. 256.

les panneaux et les portes sont mobiles et peuvent s'enlever pour l'été.

Dans la figure 256, on trouvera une excellente disposition, que j'ai fait appliquer comme annexe d'un salon et d'une salle à manger. En Russie et dans le nord de l'Europe, on place souvent les plantes dans les appartements eux-mêmes. Chez nous, il est préférable, pour une foule de motifs, de séparer les pièces par de larges baies vitrées de

$2^m,50$ à 3^m, pouvant s'enlever lors des jours de réception. La fig. 256

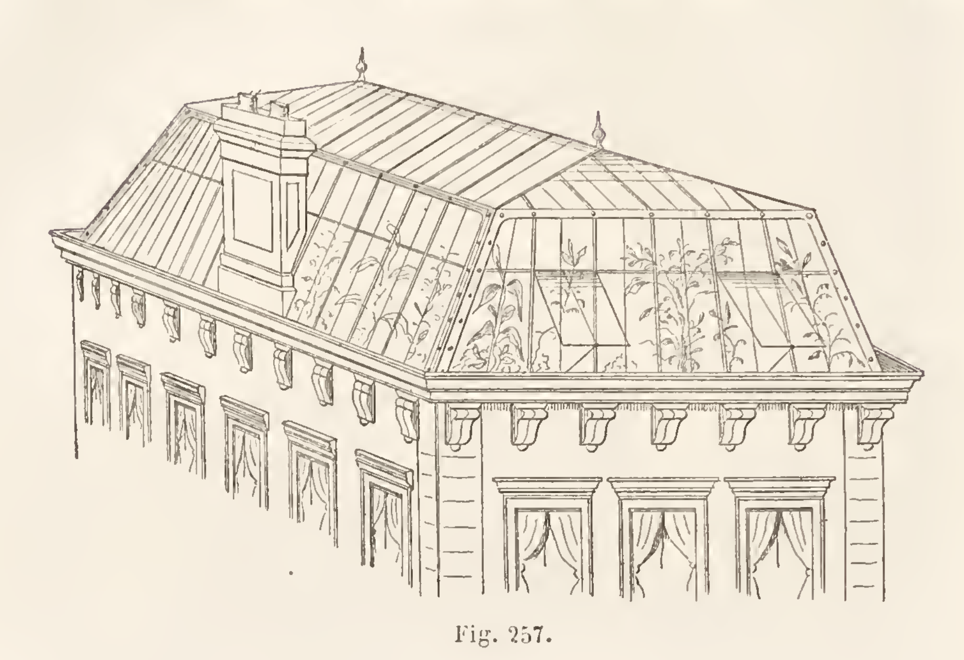


Fig. 257.

indique un billard en sous-sol et un escalier en fer à double révolution pour communiquer avec le jardin.

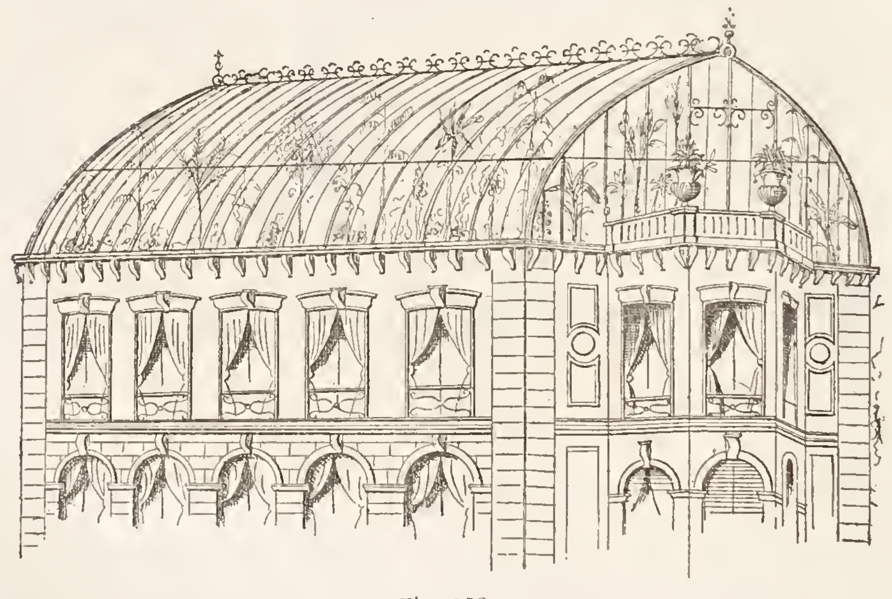


Fig. 258.

Enfin, dans nos villes fumeuses, à rues étroites et mal aérées, il sera quelquefois bon d'installer son jardin sur le toit (fig. 257 et 258),

en prenant les précautions d'usage pour éviter l'humidité dans les étages inférieurs, c'est-à-dire, en étendant sur le plancher une feuille de plomb avec pente convenable. On la recouvrira de nattes et de tapis. Tout autour seront disposées des caisses variées avec plaques d'émail, en bambous ou terre cuite, que l'art parisien sait si bien combiner aujourd'hui. On tâchera de se réserver en dessous un petit cabinet de débarras pour y déposer les ustensiles de jardinage; on utilisera les colonnettes-supports formant sofas à la base pour les plantes grimpantes et pour les suspensions assorties aux meubles. Les photographes ne doivent pas avoir seuls le monopole des terrasses lumineuses. Il y a là, pour les personnes sédentaires, une vraie source de jouissances sous la main : on pourra comme en Russie établir des vitrages doubles du côté du nord et la chaleur des escaliers, l'utilisation de la cheminée des cuisines, au besoin un petit thermosiphon établi en dessous, dans le cabinet de débarras, permettront d'obtenir la température désirable.

DU CHAUFFAGE DES AMBULANCES VOLANTES.

Parmi les questions qui intéressent au plus haut point la défense nationale, l'une des plus importantes est assurément celle qui touche au salut de nos troupes en campagne et au traitement de nos malheureux blessés. Tout le monde sait que, dans une guerre, les morts par l'effet des armes à feu sont très-peu nombreuses : les décès proviennent principalement des maladies, des fatigues, des privations et surtout des soins donnés aux blessés.

Qu'arrive-t-il en effet dans la plupart des cas, après une bataille? Souvent un quart des blessés meurent sur le lieu du combat par hémorragie et par manque de soins immédiats. Les autres sont relevés et entassés comme on peut dans des églises, des hôpitaux, des écoles, des fermes, où l'encombrement vient bientôt compliquer les plaies primitives, et déterminer des infections purulentes, la pourriture d'hôpital, le typhus, etc., toutes affections provenant de la contagion de maladies voisines et de l'impureté de l'atmosphère. Ces vérités sont aujourd'hui élémentaires. Il n'est pas un médecin qui ne sache, qu'à la campagne, un blessé opéré par un médiocre officier de santé,

s'il est isolé et respire un air pur, guérit dix-neuf fois sur vingt, tandis que la même opération, pratiquée par le plus habile chirurgien d'hôpital sur un blessé couché dans nos salles, se termine fatalement dans un grand nombre de cas. Il en est, hélas ! de même, et pour les mêmes causes, dans les maternités, ces antichambres de la mort, où la mortalité a souvent dépassé 50 pour cent !

Puisqu'aujourd'hui tout le monde est d'accord sur ce point, comment se fait-il qu'à l'époque actuelle, on songe encore à établir des hôpitaux dans l'intérieur de Paris ? Sans doute, on dérange nos médecins en transportant leur service au loin, mais, de deux choses l'une, ou les médecins sont faits pour les malades, ou les malades pour les médecins. Puisqu'il est avéré que dans les hôpitaux les plus somptueux, mais situés au centre des habitations, les opérations sont très-souvent fatales ou guérissent moins bien qu'à la circonférence des villes, y a-t-il un seul instant à hésiter entre la convenance du médecin et le salut de l'opéré ? Il n'est pas inutile de rappeler que dans les opérations chirurgicales, leur issue plus ou moins heureuse tient à plusieurs causes : le moment choisi pour l'opération, l'état antérieur de l'opéré, les soins consécutifs, le régime, mais surtout le milieu atmosphérique où le blessé est plongé : cette dernière cause est une des plus importantes pour le succès final du traitement. La guerre avec la Prusse a montré qu'à l'avenir, les luttes, entre les peuples civilisés, se feraient, non pas par quelques armées séparées, comme précédemment, mais par la nation tout entière. Les combattants ne se compteront plus que par centaines de mille, et les moyens de destruction seront si formidables et fourniront en peu d'heures un tel nombre de blessés, que l'on sera évidemment obligé de construire rapidement sur le théâtre même de la lutte de vastes ambulances temporaires. De là une révolution complète dans les services de santé des armées et l'obligation d'avoir à leur suite des hôpitaux mobiles, faisant partie de leur matériel de campagne.

Ces faits une fois bien compris, rappelons que c'est dans la guerre de Crimée, puis dans celle de la sécession aux États-Unis, que l'on a pour la première fois pratiqué sur une grande échelle, les hôpitaux sous tentes et en plein air. Là, on n'avait pas comme en Europe, de vastes et anciens bâtiments, des couvents, des églises. Il a fallu tout créer et la tente volante installée à la suite des armées sans cesse en

mouvement, est venue jouer un rôle considérable. Dans une foule de cas, on ne peut transporter les blessés dans les hôpitaux, il faut donc pour cela transporter l'hôpital près des blessés. Dans ce but, chaque compagnie ou bataillon est muni d'un certain nombre de tentes mobiles réunies ou séparées selon les cas. Elles offrent le double avantage de procurer des soins immédiats qui décident souvent du sort des blessés et de laisser des hommes jeunes et vigoureux dans les conditions où ils étaient auparavant, c'est-à-dire, en plein air, au lieu de les entasser dans des lieux clos et mal aérés. Qu'on ne croie pas qu'il en soit résulté des bronchites ou autres maladies des voies respiratoires. Les faits ont parlé à cet égard. L'air vif a eu, en plus, pour effet d'exciter l'appétit et par conséquent de rétablir les forces des malades. Des statistiques positives sont venues confirmer ce que la science européenne avait répété sous toutes les formes, surtout après la guerre de Crimée. Notons bien ici qu'il ne s'agit que d'ambulances volantes. Celui-là ne sait rien des horreurs de la guerre qui n'a pas parcouru un champ de bataille après l'action : d'abord le bruit du canon, le mouvement des troupes et l'agitation de la lutte, font oublier même les mourants; mais, bientôt sur cette terre tout à l'heure si bruyante et si animée descendra le silence et la nuit qu'interrompront seulement les gémissements des blessés, le râle des morts ou le pas lourd des maraudeurs. C'est là que devient indispensable la tente volante, pour donner les premiers secours, suppléer à l'insuffisance des moyens de transport et à l'encombrement des bâtiments, églises, halles, granges, fermes, transformés à la hâte en hôpitaux provisoires. Que de morts on aurait pu sauver si les premiers secours étaient venus à temps ! Tel est le but de l'ambulance de campagne, de la tente volante. Plus loin, au chapitre de la ventilation, nous étudierons, à un autre point de vue, les tentes-baraques qui permettent des aménagements tout différents. Bornons-nous ici aux installations rapides et provisoires, n'ayant ni des services généraux, ni une administration perfectionnée, mais compensant ces inconvénients par leur mobilité, qui est une garantie additionnelle de guérison.

On croit généralement qu'une tente est impossible à chauffer ; voyons quels moyens on peut employer. Nous donnons (fig. 259 à 262), les vues et coupes d'une ambulance de campagne. Elle se compose de plusieurs tentes réunies à la suite l'une de l'autre : chacune de ces

tentes a $3^m,50$ c. de hauteur au centre, $1^m,25$ c. sur les côtés et 5 mètres environ en longueur et largeur. Elle est formée, comme on le voit, de deux toiles superposées et écartées de $0^m,08$ à $0^m,10$ c.; la double enveloppe a pour but de protéger l'intérieur par une couche d'air également favorable en été et en hiver. La lumière est douce et égale à l'intérieur. Sur

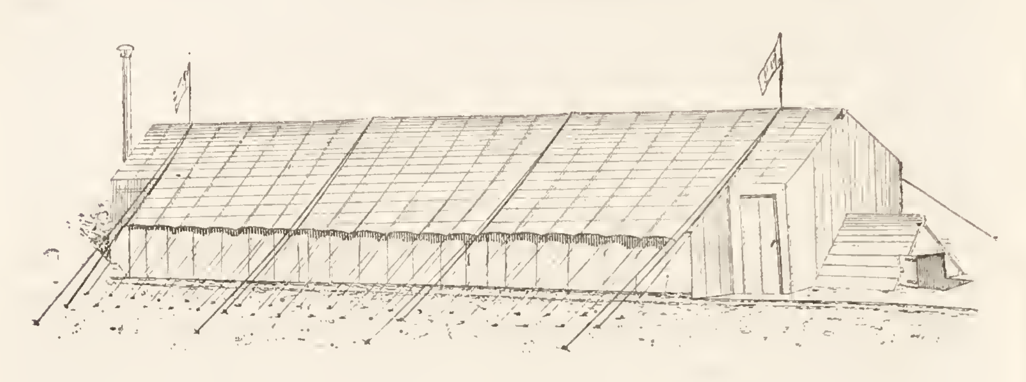


Fig. 259.

le sol repose un plancher à claire-voie : tout autour, on creuse pour l'écoulement des eaux un caniveau dont la terre est rejetée sur le bas de la tente. Il va sans dire que tous ces détails sont ceux d'une tente volante provisoire et que pour une installation définitive, il y a des améliorations à apporter, soit dans la disposition des planchers,

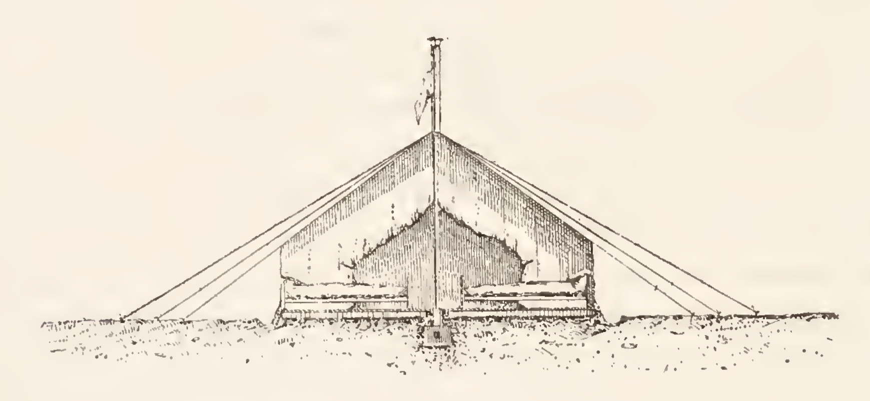


Fig. 260.

la hauteur des tentes ou les matériaux du sol et des caniveaux, etc.

Pour le moment, nous désirons répondre à une observation spécieuse faite au système d'hôpital sous tente, objection qui en a arrêté l'emploi et qui pour nos meilleurs praticiens est un obstacle grave. On est persuadé de l'impossibilité, par les grands froids, de chauffer une

tente, et c'est là une grave erreur. Les personnes qui s'occupent d'horticulture savent quelles différences de température elles obtiennent contre les gelées tardives, rien qu'en abritant leurs pêchers avec des toiles à mailles très-écartées, à plus forte raison, quand les mailles sont serrées et les toiles à doubles parois. L'hiver de 1870-1871 ayant été exceptionnellement froid, nous a fourni une excellente

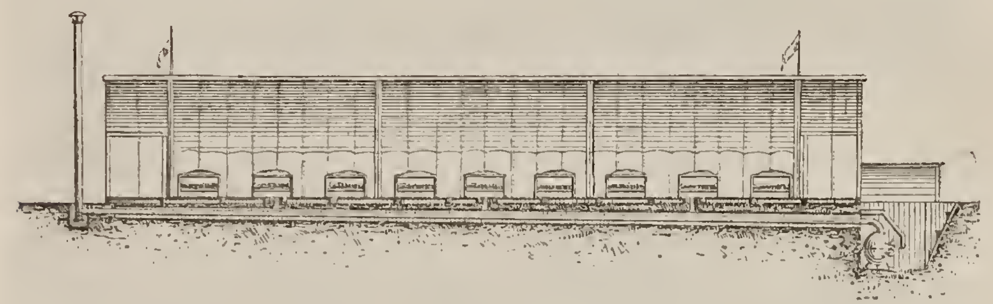


Fig. 261.

occasion d'expérimenter ce que nous allons succinctement décrire, le mode de chauffage rationnel sous tente.

Dans presque toutes les installations européennes, on a recours aux poêles de métal plus ou moins mauvais qui ont pour effet principal: 1° De laisser le sol froid et humide ; 2° de causer des différences de 10 à 15° dans la température du bas et du haut de la salle ; 3° de

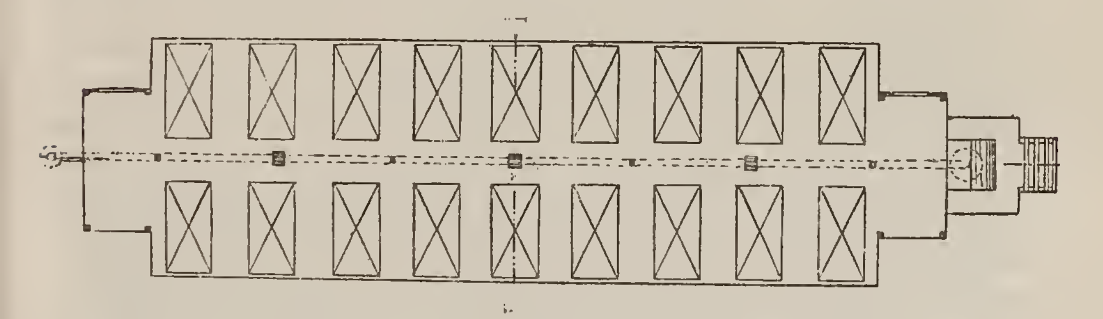


Fig. 262.

dessécher l'air et de dégager de l'oxyde de carbone. C'est un chauffage à peu près aussi mauvais que celui de nos cheminées d'appartements, qui envoient sur le toit 90 °/₀ de notre argent, sous forme de fumée, tandis que le combustible devient chaque jour plus rare. Pour les ambulances volantes, on emploie un moyen simple, rationnel, économique, on imite les Romains, on chauffe le sol. Avant de poser le

plancher de la tente, on creuse dans toute sa longueur une tranchée en pente d'environ 0,40 c. de large; sur le côté le plus bas, on fait, à l'extérieur, un trou de 1m,50 c. carré; dans ce trou, on met un poêle quelconque dont le tuyau de fumée passe dans la tranchée et va aboutir à une cheminée verticale d'un foyer d'appel pour l'allumage et sortant à l'autre extrémité de la tranchée. Quand on le pourra, en enveloppera ce tuyau d'une double gaîne (fig. 263) qui, une fois le petit foyer allumé, pourra servir d'appel à l'air de la tente par les bouches placées dans le sol et dont l'ouverture se règlera suivant leur éloignement. Le tuyau de fumée dans sa partie souterraine est surmonté d'une tuile plate, de tôle, de pierre ou de briques avec des orifices de distance en distance pour régler l'issue de l'air chaud dans les différents compartiments de la tente. Le poêle est entouré, comme tous les calorifères, d'une calotte ou enveloppe épaisse non conductrice et d'un abri quelconque pour le garantir de la pluie.

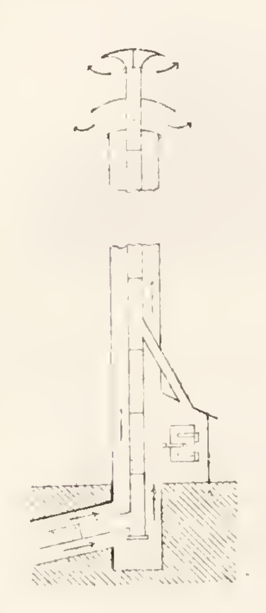


Fig. 263.

Les avantages de cette disposition sont les suivants : 1° Le service se fait à l'extérieur de la tente; 2° on utilise toute la chaleur du poêle et celle de la fumée qui est considérable; on peut à volonté par les registres les plus simple, tôle, toile cirée, planches, etc., régler l'accès de la chaleur dans chaque partie de la tente; 4° la température du sol est au moins égale à celle du plafond, si ce n'est plus élevée. Elle est régulière, saine et exempte d'humidité. La ventilation est parfaite. Il y a déplacement de l'air dans toutes les parties de la tente, car la chaleur passant sous les planches à claire-voie s'étend en nappe sous les lits avant de monter à la partie supérieure.

Pour prouver combien est pratique et facile en toutes circonstances le mode de chauffage dont nous parlons, qu'on nous permette de rappeler ici le moyen qu'on a employé pendant la guerre, dans certaines régions des États-Unis, où le sol est exclusivement argileux et où l'on n'a sous la main ni fer ni pierre.

On creuse le trou et la tranchée dont nous avons parlé; on façonne, avec des herbes et des fagots entrelacés, un moule de poêle et de tuyau de fumée; ces moules faits, on les recouvre d'argile délayée, puis,

comme les paysans de certaines parties de la France, on façonne un tuyau extérieur en pisé pour la fumée. Cela fait, on met le feu au moule, et l'on a rapidement et économiquement une circulation souterraine qui remplit parfaitement son objet. J'ai dit que par des froids très-vifs, on pouvait maintenir une température suffisante sous les tentes. J'ai plusieurs fois moi-même constaté le fait pendant le rude mois de décembre 1870, où nous avons eu des froids de — 10 à 12°. La température de la tente a été maintenue à + 12 ou 15°, sans forcer le feu. Il suffisait de quelques précautions comme de doubles-portes installées dans un tambour convenable.

Maintenant, quel rôle joue ici l'endosmose dans la perte de chaleur à travers les toiles? Et ces toiles font-elles obstacle comme nos murs d'hôpitaux à l'évacuation des miasmes? La réponse est des plus simples, parce qu'avant la théorie, il y a les faits. Eh bien, non-seulement la chaleur s'y conserve, non-seulement l'odorat le plus fin et l'on connaît la finesse de ce sens, ne peut rien découvrir qui ressemble à l'odeur écœurante d'une salle d'hôpital, mais, en fait, on n'a observé dans les ambulances américaines ni infections purulentes, ni aucun des symptômes si fréquents de contagion dans nos hôpitaux.

Nous verrons plus loin en étudiant la ventilation des tentes-baraques, c'est-à-dire des installations fixes, quel est le meilleur mode de chauffage à leur appliquer.

DU CHAUFFAGE DES ÉCOLES.

S'il est un sujet digne d'attirer l'attention des hygiénistes, c'est surtout le mauvais état des bâtiments affectés aux écoles dans les campagnes et même dans nos villes. On peut en général leur reprocher : 1° d'être mal ou pas du tout ventilés ; 2° d'être mal chauffés ; 3° d'avoir des cabinets d'aisance infects ; 4° de manquer d'eau et de lavabos convenables pour inspirer de bonne heure aux enfants des habitudes de propreté ; 5° d'être mal éclairés ; 6° d'avoir des instruments de gymnastique incomplets et de manquer d'espace pour développer les facultés physiques des enfants ; 7° enfin, d'avoir des préaux ou cours mal drainés ou mal pavés.

Est-il cependant un sujet plus digne d'intérêt quand on pense à l'influence que peuvent avoir le contact et le voisinage de maladies

contagieuses que la grande puissance d'absorption dans la jeunesse rend plus dangereuses encore? Qui n'a vu des enfants arriver à moitié vêtus dans des classes carrelées, c'est-à-dire, glaciales en bas et torrides en haut, sous l'influence d'un chauffage ridicule, attirant l'air froid par en bas à travers les fissures des portes et portant l'air chaud au plafond pour mettre les pieds et la tête des écoliers dans une température inverse de ce qu'elle devrait être?

N'est-ce pas ici le cas de rappeler ce que nous avons dit en parlant du chauffage des Romains et des Chinois? Chez les premiers, toutes les ruines qui nous restent, en dehors de l'Italie proprement dite, nous apprennent que le chauffage des habitations avait lieu par de doubles planchers et de doubles murs. D'un côté, un foyer élémentaire où l'on brûlait toute espèce de combustible allait sortir dans les doubles parois du mur à l'opposé du foyer. Chez les Chinois, des bancs en terre cuite placés au bas des appartements avec un foyer d'un côté; de l'autre, un orifice pour la fumée donnaient sans aucun doute un chauffage à transmission céramique des plus salubres. Ce chauffage est pratiqué dans le nord de l'Europe par les poêles russes et suédois, mais c'est le chauffage de bas en haut, tandis que celui qu'il faut préférer est le chauffage du sol proprement dit. C'est le moyen que nous avons vu employer aux États-Unis pour chauffer les tentes en campagne.

Si, dans beaucoup de cas, la nature de nos constructions s'y oppose, il nous faut adopter un moyen terme, qui consiste dans l'emploi de poêles combinant la prise d'air extérieur avec le chauffage rapide, nécessaire à une école. Les figures 264 et 265 indiquent le modèle adopté par la ville de Paris et construit par MM. Geneste et Herscher frères. Ils sont disposés dans les salles comme l'indique la figure 266. Avant l'entrée des classes, le poêle fonctionne comme chauffage seulement. Après l'arrivée des élèves, la fumée a chauffé la gaîne d'appel A et on ouvre le registre inférieur B. L'air de remplacement est introduit sous le poêle où il se chauffe avant d'entrer dans la salle: voilà pour l'hiver. En été, outre l'ouverture des vasistas près du plafond, il sera utile d'allumer un petit poêle C au bas de la cheminée d'appel, ou bien d'ouvrir la bouche supérieure D où l'on allumera quelques becs de gaz. Telles sont les dispositions les plus simples. En étudiant la ventilation des salles d'asile, nous verrons des dispositions plus scientifiques de chauffage, mais qu'il n'est pas possible

l'employer, quand on ne peut pas disposer de l'étage supérieur pour l'admission de l'air neuf.

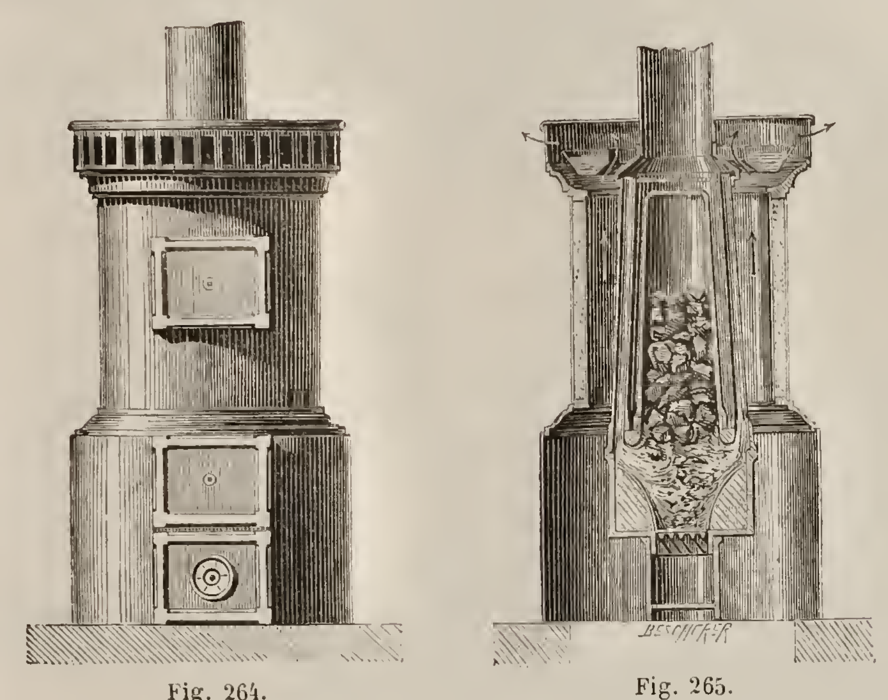


Fig. 264. Fig. 265.

Qu'il me soit permis d'ajouter que l'éclairage doit autant que pos-

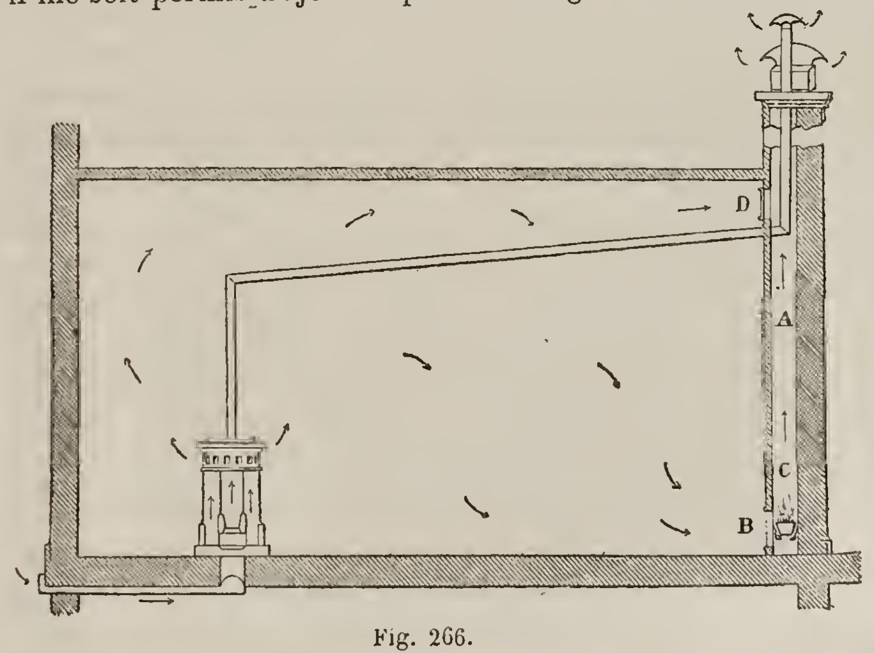


Fig. 266.

sible venir d'en haut et à la gauche des élèves, sous peine de leur

voir prendre des habitudes fâcheuses pour le travail, de tordre et de fausser la colonne vertébrale, enfin de fatiguer la vue. En outre, le soir, il faut régler la lumière vacillante des becs de gaz par des verres convenables et les disposer de manière à servir de ventilateurs pour expulser au dehors à la fois les produits viciés de la combustion et ceux de la respiration. Rien de plus facile avec des gaînes aboutissant à la cheminée d'appel.

DU CHAUFFAGE DES COLLÉGES.

Lorsqu'on étudie l'installation d'un collége au point de vue du chauffage, on est frappé d'une chose, c'est que, si les besoins de ventilation sont permanents, ceux du chauffage sont essentiellement intermittents, puisque dortoirs, salles d'études, classes, réfectoire, sont tour à tour occupés temporairement. Il en résulte que si on a des chauffages spéciaux pour chaque pièce, le service des foyers devient très-compliqué, très-dispendieux et le chauffage est presque toujours imparfait, quand il n'est pas insalubre.

De ces observations découle naturellement la nécessité d'avoir recours à un calorifère général, comme ceux que nous avons décrits précédemment et qu'on munira de clefs indiquant au départ l'heure et la durée du chauffage pour chaque partie de l'établissement. Tout devient ainsi simple, économique et facile; si la personne chargée du service observe exactement sa consigne indiquée jour par jour sur un tableau spécial. Les figures 303 et 304 représentent en petit les moyens qu'on peut employer pour la majorité des colléges dont les bâtiments, comme ceux des casernes, sont très-souvent divisés en deux par un couloir donnant accès aux classes. Pour les colléges ainsi disposés, on n'aura qu'à envoyer une conduite de chaleur débouchant dans chaque pièce vers le mur extérieur. L'air vicié sera appelé en contre-bas dans une gaîne collective, renfermant les tuyaux de fumée et un poêle de renfort pour la ventilation d'été. Il faudra dans le choix du calorifère s'occuper surtout de la question de salubrité, à cause de l'âge des élèves et de la nature de leurs occupations. Si l'on veut faire les choses complètes, on établira dans toutes les pièces des bouches d'appel se réunissant dans une gaîne collective chauffée par un fourneau spécial; mais cette disposition indispensable

dans un hôpital, le devient moins dans un collége où les habitants sont souvent en mouvement et où les pièces ne sont occupées que par intervalles. Au contraire, la ventilation sera de toute nécessité dans les dortoirs où l'élève passe le tiers de la journée. Ces dortoirs devront avoir leurs fenêtres ouvertes pendant tout le jour, surtout lors des nettoyages; les literies et matelas seront souvent retournés et exposés à l'air; la nuit, une ventilation spéciale, partant des plafonds, sera réglée et activée par des becs de gaz qui serviront en même temps à éclairer les lieux environnants. Il ne sera pas indispensable de chauffer les dortoirs, mais il faudra chauffer la pièce aux lavabos contiguë, ceux-ci ne devant jamais être placés dans les dortoirs à cause des émanations qu'ils entraînent. A défaut de gaz, les gaînes de ventilation des dortoirs iront aboutir au tuyau de cuisine, dont la chaleur est toujours intense et durable. Les précautions hygiéniques indiquées pour toutes les écoles sont à observer ici, mais il y a, en outre, des besoins spéciaux, sur lesquels il est nécessaire d'appeler l'attention et qui se rattachent au but de ce livre. Je veux parler des bains qu'on trouve rarement installés dans les colléges et qu'il sera très-facile d'obtenir, à peu de frais, en utilisant la fumée des fourneaux comme nous l'avons indiqué pour les habitations particulières. Seulement les réservoirs seront ici plus considérables et leur disposition devra se rapprocher de celle qu'on observe dans l'industrie pour multiplier les surfaces de chauffe. Lorsqu'un collége est très-fréquenté, les salles de bains sont presque toujours insuffisantes et les études absorbent le temps des élèves, au point de leur laisser à peine le strict nécessaire pour les soins les plus urgents de la toilette. Périsse le corps plutôt que le latin et le grec! Alors, prenons un terme moyen et adoptons un système qui aura pour lui tous les avantages, celui de faire prendre de bonne heure à l'élève des habitudes de propreté générale, de n'exiger que peu de temps et d'avoir une efficacité réelle comme nettoyage de corps, je veux parler des douches si usitées dans la race anglaise. On établira à côté des dortoirs, des salles chauffées, à fond imperméable, sur lequel on posera les planchers à claire-voie (fig. 267). Tout autour de la pièce seront installées des douches froides ou tièdes, selon la saison, et l'élève apprendra ainsi que la toilette ne consiste pas, ainsi que le font beaucoup de personnes, à se laver seulement le visage et les mains comme cela se fait au collége. Sur la couche de ciment ou sur la

feuille de plomb couvrant les planchers et relevés sur les bords, on appliquera contre les murs et jusqu'à hauteur d'homme, de grandes plaques de verre double, d'ardoises ou de faïence émaillée : les robinets à bascule de chaque douche, placés à un mètre de distance, seront manœuvrés par un cordon. Rien de plus simple, de plus rapide et de plus efficace. On réservera les grands bains pour les constitutions particulières et on installera au rez-de-chaussée des bains de pieds fixes, alimentés par un bassin de mélange et un tuyau unique. Le remplissage, la vidange, tout se fera en même temps au-dessus d'un caniveau de fonte.



Fig. 267.

Il y a, dans les colléges, des installations de lieux d'aisances qui, presque partout, font concurrence aux casernes pour l'infection et la mauvaise tenue. Nous parlerons plus loin de cette question : qu'il nous suffise de faire remarquer ici, une fois de plus, que le latin absorbe tellement les administrations des colléges que les lois de l'hygiène et de la dignité humaine ne viennent qu'après. Ne sont-ce pas là cependant les premiers préceptes à inculquer aux élèves, avant de leur faire connaître les hauts faits de Sémiramis ou de Sésostris ? Et ne serait-il pas aussi utile de forcer l'homme à comprendre dès son enfance que la propreté est une vertu?

DU CHAUFFAGE DES MAGNANERIES.

L'assainissement et la ventilation des magnaneries ne sont pas chose nouvelle. Déjà Olivier de Serres, ce patriarche de l'agriculture, considérait la mauvaise tenue des chambrées et les émanations des vers comme l'une des plus grandes causes de mortalité. « Ce sont, « disait-il, des pellicules de leurs dépouilles et leurs charognes

« mêlées parmi les litières d'où vient toute la puanteur et non de ces « nobles animaux. » Il donne ensuite sur l'hygiène des préceptes qu'on croirait dictés aujourd'hui et qui, faute d'être observés, ont engendré les épidémies qu'on a décorées de noms divers, tout comme on a trouvé pour l'homme des variétés de fièvres jaune, intermittente, typhoïde et pernicieuse, toutes choses qui ne sont que les conséquences d'une seule et même cause, l'infection de l'air par des ferments organiques.

De nos jours, c'est vers 1824 que les maladies des vers à soie commencèrent dans le Dauphiné à inquiéter sérieusement les sériculteurs. Camille Beauvais fit en 1828 les premiers essais sérieux de ventilation aux bergeries de Senart. Après lui, D'Arcet dans un voyage qu'il fit dans le Midi, constata l'insuffisance des moyens employés alors, c'est-à-dire, les simples ouvertures placées dans les planchers et les plafonds et n'agissant que lorsqu'il y avait une notable différence entre la température intérieure et extérieure. Il amena une véritable révolution dans les idées de l'époque en insistant sur la nécessité de la ventilation forcée et fit parfaitement comprendre la supériorité du tarare ou système de propulsion, pour commander à l'aération, en le combinant avec des cheminées d'appel et des bouches d'extraction de diamètre proportionné à leur éloignement de l'appareil propulseur. Il fit sentir aussi l'inconvénient des systèmes préconisés alors et qui établissaient l'entrée de l'air d'un côté de la chambre, pour sortir du côté opposé, de telle sorte qu'au fur et à mesure qu'on approchait de l'issue de l'air vicié, les vers recevaient toutes les émanations des claies précédentes, ce qui a lieu beaucoup moins si la ventilation a lieu verticalement. La fig. 268 indique la disposition qu'il proposa alors : A est un calorifère placé en sous-sol et envoyant l'air extérieur préalablement chauffé à travers la gaîne B, dont les trous vont en augmentant de diamètre à partir de l'entrée : de là, l'air s'élève et sort par la gaîne C sous l'appel d'un tarare D placé à l'étage supérieur. Dans les temps ordinaires, un registre placé en E permet d'utiliser la cheminée comme appel unique sous l'action de la chaleur du foyer. Lors des grandes chaleurs, le frigorifère D donne admission à l'air frais des caves dont on abaisse la température en le faisant passer à travers des paniers de glace ou une succession de linges mouillés.

L'une des grandes erreurs de nos éleveurs a été de tout temps de

ne pas attacher assez d'importance aux questions de ventilation et de chauffage. Contrairement à ce qui se pratique en Chine, au Japon, en Asie Mineure, on accumule chez nous dans un espace clos et dans une atmosphère mal renouvelée, des milliers d'êtres vivants qui, comme tous les êtres organisés, vicient à la fois par la respiration, par la transpiration et par leurs déjections, le milieu où ils sont emprisonnés. Puis, on s'étonne de voir apparaître des maladies épidémiques particulières, les morts-flats, la pébrine et la muscardine. Mais ce qu'il y aurait d'étonnant, c'est qu'il en fût autrement! A cela

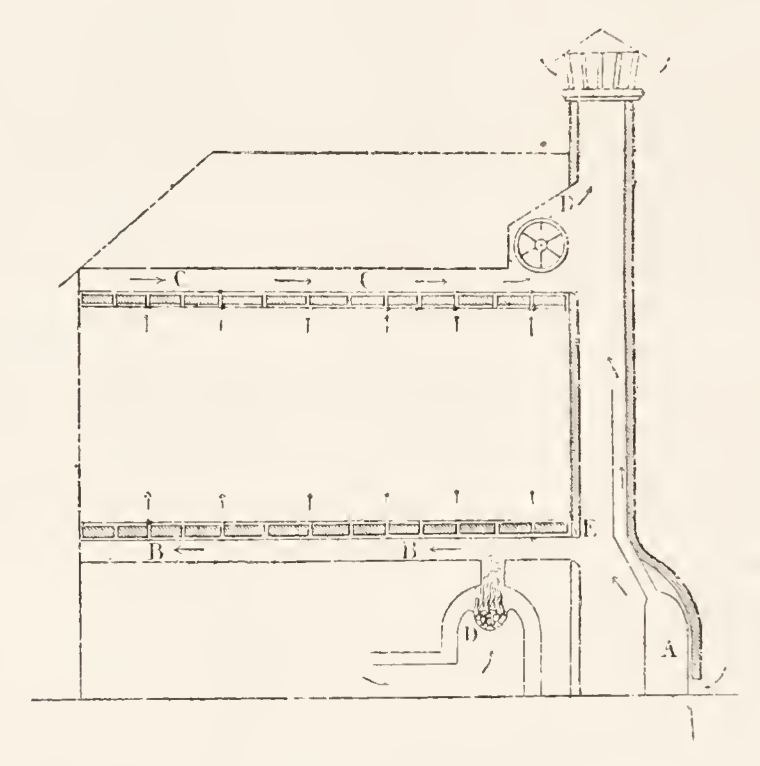


Fig. 268.

l'on ajoute la pernicieuse influence d'un chauffage insalubre, s'éloignant ainsi de plus en plus de l'état naturel où doivent être placés de précieux insectes, qui, tout aussi bien que l'homme, ont besoin pour se développer de se trouver dans de bonnes conditions hygiéniques. Aussi, quels résultats obtient-on en France dans l'une de nos premières industries? En faisant ce qu'on appelle des éducations industrielles et en oubliant les mœurs et l'hygiène ordinaire des vers on produit de véritables épidémies et l'on arrive précisément aux mêmes conséquences que dans toutes les agglomérations humaines.

Et cela est si vrai, que si l'on consulte les rapports officiels sur l'enquête agricole, on y lit, à l'article « Sériculture, » que le Gouvernement crée, dans les départements intéressés, des primes à l'effet d'y multiplier « les petites éducations ». Or, quelle différence y a-t-il entre ce système et celui qu'a conseillé la Société de Chirurgie de Paris, c'est-à-dire, la création de petits hôpitaux et leur éloignement des centres de population, pour éviter la contagion et assurer aux malades l'inestimable bienfait d'un air pur?

Quand des faits aussi patents et des vérités aussi claires sont connus de tous, comment se fait-il que l'on continue, même dans les régions officielles, à prendre la question à l'envers, c'est-à-dire, qu'on ait cherché des remèdes dans des sélections de graines, dans des importations d'œufs étrangers? c'est comme si dans une épidémie à laquelle n'ont résisté que des natures vigoureuses, où la concurrence vitale des principes morbides n'a pu avoir prise, on ne cherchait de remèdes que dans l'importation d'une autre population! Non, le remède n'est pas là : on s'attaque aux effets et non pas aux causes; le remède est moins dans la sélection de graines saines que dans l'observation des lois naturelles de la vie, lois imposées à tous les êtres vivants et dont on ne s'écarte jamais impunément. Quelques esprits éclairés le comprennent si bien, qu'ils cherchent à faire des éducations en plein air, absolument comme dans nos hôpitaux encombrés où en présence des insuccès navrants des opérations chirurgicales les plus habilement faites, on en est venu à dresser des tentes en plein air pour y soigner les opérés et éviter ainsi les complications provenant de l'atmosphère empestée des salles.

On ne saurait donc trop le répéter : chacune des espèces organisées a des parasites, des ennemis spéciaux, qui luttent contre leur principe de vitalité et qui deviennent une cause de maladie, dès que les conditions normales de la vie n'existent plus. Chaque plante a son Kermès, son puceron lanigère, son oïdium, provenant presque toujours de l'épuisement du sol ou de mauvaises conditions de culture, que ces conditions soient appliquées à la plante elle-même ou à des espèces semblables et voisines qui répandent alors la contagion. De même, chaque animal a sa pébrine, son virus scrofuleux, son parasite, son principe de destruction. Pour lutter contre ces causes de maladies et faire dominer le principe de vitalité, dans cette concurrence de la vie et de la mort, cherchons à nous mettre dans les conditions hygiéni-

ques rationnelles, les vers à soie aussi bien que nous. Ces conditions sont d'abord et avant tout : un air pur et une température convenable. Comment y arriver?

Les divers procédés de ventilation sont bien connus, et c'est là le cas de rappeler ici, qu'après la ventilation des mines, c'est la ventilation des magnaneries qui, la première, a attiré l'attention sérieuse de nos savants. Aussi ne peut-on pas plaindre beaucoup les éleveurs qui s'adressent au Gouvernement, aux Commissions scientifiques, pour trouver un remède à leurs maux, au lieu de chercher dans l'observation des lois de la nature, la réussite de leur industrie et la vie qu'ils veulent développer autour d'eux.

Mais les questions de chauffage sont plus délicates ; dans le monde savant lui-même, il y a doute et ce n'est que dans ces derniers temps, que l'Académie des sciences, saisie directement de cette question, a fait faire par plusieurs de ses membres des expériences directes pour étudier l'influence hygiénique des divers modes de chauffage. Ceux que cette question intéresse trouveront dans les brochures du docteur Carret, dans les mémoires de l'Académie des sciences et dans les annales du Conservatoire des Arts et Métiers, tous les documents publiés à ce sujet.

Y a-t-il lieu d'employer, pour le chauffage d'animaux aussi délicats que le ver à soie, les transmissions métalliques, comme on le fait avec la plupart des poêles modernes, ou les transmissions céramiques, comme on le fait dans les pays du Nord, comme on le faisait chez les riches à Rome et comme on vient de le faire à Paris à la Chambre des députés ? Voilà la question à résoudre, en ce qui concerne spécialement le ver à soie plus encore que l'homme.

La réponse à ces questions se trouvera dans les études qui précèdent ce chapitre sur la valeur et l'emploi des divers modes de chauffage. On comprend qu'avant tout, ce qu'on doit rechercher ici, c'est la salubrité de l'air : or, l'appareil qui combine au plus haut degré la salubrité, c'est-à-dire, la ventilation avec le chauffage, c'est la cheminée que nous avons décrite en détail (fig. 150 à 152) et qui se prête à l'emploi de tous les combustibles.

On a dit avec raison que le problème résolu par une cheminée ordinaire, était d'envoyer sur le toit, sous forme de fumée, le plus d'argent possible. Ici, le cas est bien différent : il faut chauffer, mais surtout ventiler ; or, cette deuxième partie du problème, ce deuxième résultat, il

faut l'acheter ; c'est pourquoi il est indispensable d'avoir une large prise d'air extérieur et un libre passage autour de l'appareil, pour renouveler d'une manière rationnelle l'atmosphère de la pièce.

Dans les grands établissements, on devra employer de préférence les calorifères à transmission céramique et à large passage d'air. Le chauffage à l'eau ne pourrait s'appliquer ici qu'avec des dispositions spéciales pour la ventilation, car nous avons affaire à des milliers d'êtres organisés, viciant de plusieurs manières le milieu où ils sont plongés. Soit donc qu'on adopte le calorifère en briques ou le chauffage à l'eau chaude, il faudra établir avec soin des sorties d'air vicié d'après les principes rationnels décrits en détail dans nos études sur la ventilation.

De quelques expériences, il semble résulter que la désinfection des graines par le chlore a donné des résultats satisfaisants. Cela confirme mon dire de l'origine de la maladie et de ses causes. Qu'on cherche la sélection de graines saines, qu'on évite la consanguinité, tant qu'on voudra, ce sont là d'excellents moyens, mais on ne changera pas les lois de la nature et de l'hygiène qui ordonnent pour les vers à soie, comme pour les hommes, qu'on évite l'encombrement, qu'on désinfecte les salles, qu'on les ventile convenablement, qu'on adopte un chauffage salubre, enfin, qu'on enlève les déjections, les feuilles fermentées, puis finalement qu'on fasse de petites éducations; tout cela est l'A B C de l'hygiène pour tous les animaux grands et petits, et sera vrai après, comme avant et toujours quoi qu'on fasse.

Pourquoi les essais d'éducation en plein air tentés à Bordeaux et à Lausanne ont-ils réussi? c'est qu'on a remis le ver à soie dans son état naturel et qu'on l'a affranchi des effets de l'encombrement.

Il est assez singulier qu'on trouve, en fait de magnanerie, les mêmes contradictions scientifiques apparentes que sur les hôpitaux. Ainsi, consultez les tables de la mortalité à l'hospice Lariboisière, qui résume les plus récentes applications de la science de l'Ingénieur, avec la mortalité des autres hôpitaux établis d'après les anciens usages de la construction et l'on ne trouvera pas une grande différence. D'où l'on conclut, au dire de quelques médecins entêtés, que la science n'a pas fait un pas et que tous ces beaux systèmes si dispendieux et si compliqués de ventilation, sont inutiles. Les fenêtres largement ouvertes, disent-ils, et les feux de cheminée, ne sortons pas de là! Sans doute, c'est le moyen par excellence, mais est-il

toujours praticable, surtout en hiver, pour toutes les maladies et dans de grands hôpitaux? On oublie seulement trois choses : 1° Pour tirer des faits observés des conséquences positives, il faudrait savoir quelles sont les maladies traitées dans les hôpitaux dont on compare la mortalité. 2° Les systèmes de ventilation, qu'on y a établis, sont-ils suffisants? On se confie à leur efficacité, ne néglige-t-on pas un peu aussi les moyens naturels? Enfin, n'y a-t-il pas à Lariboisière, comme ailleurs, un état de choses primordial, qui s'oppose à tout progrès sérieux, c'est-à-dire, l'encombrement des malades? On est bien sévère, il me semble, pour les ingénieurs : leur science est née d'hier, et, comme toutes les autres, elle a sa période d'enfantement. Elle n'a pas la prétention de repousser toute observation et tout progrès, ou d'être née tout d'une pièce, comme Minerve.

Mais revenons aux magnaneries. Si l'on demande aux éleveurs si les maladies des vers à soie sévissent plus cruellement dans les chambrées des paysans conduites d'après les anciens errements que dans les établissements modèles, ils répondront que les résultats ne diffèrent pas sensiblement; la cause de cette anomalie est fort simple et nous retrouvons ici ce que nous voyons dans les hôpitaux, c'est que les grandes éducations comportent une grande agglomération d'insectes et, par conséquent, sont plus exposées : la réussite tient surtout aux soins très-réguliers de propreté, à la régularité des repas, à l'enlèvement des feuilles fermentées et des excréments, toutes choses bien plus difficiles à obtenir quand on élève un grand nombre d'animaux, quels qu'ils soient; en outre, la contagion dans les grandes magnaneries est bien plus à redouter. Là, il est indispensable de subdiviser les chambrées de telle sorte qu'elles n'aient aucune communication par les corridors ou autrement, pour que les exhalaisons de l'une ne puissent communiquer avec l'autre.

Les beaux travaux de M. Pasteur sur l'hérédité, sur la puissance contagieuse du mal et sur la nécessité de se procurer des graines saines, provenant de papillons sains, tout cela est clair, logique, conforme aux lois de l'hygiène et ne fait en somme que confirmer pour une classe particulière d'animaux tout ce que nous avons à faire pour l'espèce humaine. Cela prouve une fois de plus que les lois de la nature s'enchaînent et ne forment qu'un tout merveilleux de sagesse et d'harmonie.

Une chose bien curieuse en ce qui concerne les systèmes compara-

tifs de traitement, ce sont les expériences que l'on a faites sur le ver à soie élevé isolément en plein air, avec des individus provenant de sources identiques, mais élevés par les procédés ordinaires. On a fait absolument de même pour les malades et les blessés dans les hôpitaux : on en a traité dans les anciennes salles et dans des tentes-baraques. Eh bien, les résultats sont encore ici les mêmes; les vers comme les hommes se guérissent mieux isolés et en plein air. N'est-ce pas la chose la plus logique et la plus simple et ne prouve-t-elle pas la nécessité des petites éducations et des petits hôpitaux?

Si on lit dans les traités spéciaux les soins à prendre pour élever des vers à l'abri de la maladie, on y verra exactement les mêmes précautions que pour les ambulances, c'est-à-dire : désinfection préalable des locaux avec du bi-oxyde de manganèse, du sel marin, de l'eau et de l'acide sulfurique en quantité égale ; le lavage à la potasse, ou l'eau phéniquée, des murs, plafonds et planchers; isolement des chambrées; suppression des tables de jonc, vrai foyer d'infection, et leur remplacement par des grillages en fil de fer; enlèvement prompt et destruction par le feu des litières, surtout quand elles ont fermenté ; renouvellement de l'air par les fenêtres et par des feux flambants. Tout cela n'est-il pas aussi ce que demande l'espèce humaine ?

Une erreur encore assez généralement répandue, c'est que la pébrine est une maladie nouvelle. Comme tant d'autres affections, elle était connue fort anciennement, mais par des cas rares et isolés. Seulement aujourd'hui, elle a revêtu la forme épidémique : on l'évite en partie, en rejetant toutes les feuilles de mûrier ayant un commencement de fermentation, ou provenant de lieux bas et humides, puis en veillant à l'aération, lors des temps chauds et orageux. On comprendra l'effet de la première cause, quand on se rappellera que chez le ver la transpiration est énorme, parce que ses excréments sont secs et fermes, tandis que sa nourriture contient près de 80 % d'eau. C'est pourquoi le ver est si sensible aux brusques variations de température, comme le serait un homme après un exercice violent.

On oublie que le ver à soie est une chenille comme les autres, qu'originairement il a vécu sur les arbres, en plein air et à la lumière, que par conséquent on doit le mettre dans des conditions qui le rapprochent de son état de nature. Il faut donc éviter les lieux sombres, bas et humides, choisir des pièces avec fenêtres opposées

de manière à pouvoir les ouvrir au nord et au midi, suivant le temps et la direction du vent; la cheminée sera celle que nous avons décrite (fig. 150), ou une cheminée à la prussienne, avec prise d'air extérieur, permettant un feu clair et une extraction abondante de l'air de la pièce, par un tuyau de fumée de $0^m,20$ à $0^m,25$. Si la pièce est grande, on mettra des cheminées aux deux murs opposés et mieux dans les 4 angles, en utilisant la fumée pour l'appel de l'air vicié. Dans les murs, sous chaque fenêtre et de chaque côté, on ménagera des ventouses de 2 à 3 décimètres de section avec planchettes à coulisses et toiles métalliques contre les animaux rongeurs. Au plafond et aux angles où séjourne l'air vicié, on établira des gaînes aboutissant au toit et fermées par des trappes mobiles manœuvrées par des poulies. On y mettra un foyer d'appel qu'on allumera lors des « Touffes », c'est-à-dire cet état de calme complet de l'air, joint à une température très-élevée. Pour éviter le soleil, on placera dans les fenêtres des cadres mobiles garnis de canevas très-clair, laissant passer l'air et amortissant la force du vent. Dans le plancher de la pièce, on disposera une trappe par laquelle on jettera immédiatement toutes les litières pour éviter qu'elles ne séjournent à l'intérieur et pour les enterrer rapidement, absolument comme on le fait dans les hôpitaux pour les linges à pansements. Enfin, on ne cherchera pas à masquer les mauvaises odeurs d'une chambrée en y brûlant des plantes aromatiques, comme on le fait à tort dans les chambres de malades : cela ne sert qu'à masquer le mal, c'est-à-dire, l'infection de l'air, sans la détruire.

Ici encore, nous aurons à répéter ce que nous avons dit déjà dans bien des chapitres, en parlant du thermomètre, de ce malheureux instrument qui donne sur l'air et sur la chaleur des idées si fausses au point de vue de l'hygiène. On se préoccupe toujours du degré de chaleur de l'air et jamais de sa composition : c'est là une très-grave erreur, quand il s'agit de la vie animale, surtout chez les vers à soie. Ce n'est pas la température de la pièce qui doit préoccuper, c'est son aération et son aération constante : mieux vaut cent fois de l'air à 40° avec un renouvellement, que de l'air à 20° sans ventilation. Si on réunit des vers dans une magnanerie, c'est pour les préserver de leurs ennemis, contre les accidents de la vie sauvage, c'est pour faciliter la récolte des graines et en simplifier l'éducation ; mais par contre, ne les exposons pas à tous les inconvénients et surtout à l'encombrement

de notre vie confinée, que nous appelons si improprement vie civilisée.

CHAUFFAGE DES MAGASINS.

Les conditions à remplir pour le chauffage des magasins en général, sont : l'économie, la simplicité du service, l'égalité de la température : c'est donc le cas ici de ne pas multiplier les foyers et d'employer un calorifère. Il faut surtout éviter les risques d'incendie; la position des bouches et la direction des conduites de chaleur seront l'objet d'une sérieuse attention.

Maintenant que les petits magasins tendent à disparaître, pour faire place aux gros entrepôts, il est deux genres d'établissements qui demandent des dispositions spéciales. La première est celle d'un magasin à vastes portes constamment en mouvement et s'ouvrant sur une voie très-fréquentée. Un tambour serait ici une gêne pour la circulation : d'un autre côté, l'appel des foyers causerait l'introduction dans les magasins de toutes les poussières de la rue et par conséquent une détérioration notable des marchandises. Dans ce cas, il sera préférable d'envoyer l'air chaud sous l'influence d'un moteur quelconque de manière à causer une légère pression du dedans au dehors, comme dans les théâtres, pour éviter les courants des portes et des loges. Le moteur sera employé en été pour envoyer de l'air préalablement rafraîchi en le faisant traverser des jets d'eau pulvérisés.

La deuxième disposition s'applique aux magasins modernes construits autour d'une vaste cour vitrée. Ici, la question de ventilation n'est qu'accessoire. On n'a pas, comme dans les théâtres, toutes les causes d'infection, c'est-à-dire, assemblée trop nombreuse et multiplication des becs de gaz. Dans un magasin, l'espace est vaste, les occupants peu nombreux, l'ouverture des portes fréquentes. C'est le cas d'avoir recours aux avantages qu'offrent les poêles. Les deux causes de déperdition de chaleur sont la coupole vitrée et les portes : on remédie à la première par un double toit, l'un extérieur en pente, l'autre horizontal et à distance du premier : il sera en verre dépoli avec châssis mobiles pour l'été. La deuxième cause de déperdition, les portes, exige à chaque battant un système de ressort à pivot bien connu aujourd'hui et forçant la porte à revenir toujours sur elle-même. Voilà pour l'extérieur : quant au chauffage proprement dit,

pour obtenir l'égalité de température, on placera les bouches de chaleur le plus loin possible du calorifère et les prises d'air seront, non à l'extérieur, mais dans le magasin lui-même, près des foyers, de manière à faire tourbillonner l'air de l'enceinte et à empêcher par l'appel en contre-bas que la chaleur ne s'accumule aux étages supérieurs.

Il est une foule de cas où des cheminées n'ont pas été prévues pour des rez-de-chaussée subdivisés ou transformés en magasins ou bureaux. Dans ce cas, on aura recours au chauffage au gaz, mais à une condition, c'est que les appareils seront munis d'un petit conduit d'évacuation dont l'issue au dehors sera presque invisible et par conséquent sans inconvénient.

CHAUFFAGE DES ÉGLISES.

Les églises demandent des modes de chauffage bien différents suivant leur élévation, leur étendue, le nombre de leurs vitraux, la nature de leurs fondations, etc. Si l'on a affaire à des constructions ayant des plafonds relativement bas et des murs mauvais conducteurs, il faudra établir le chauffage avec de l'air pris à l'extérieur et des bouches d'évacuation de l'air vicié. Si au contraire, on a à chauffer de vastes enceintes à sous-sols bas et humides, à voûtes élevées, avec vitraux nombreux, le chauffage seul sera nécessaire et encore à une basse température de 10 à 12°. En effet, les personnes présentes ont le corps couvert comme à l'extérieur, il n'y a pas de courants d'air, et, en général, on ne reste à l'intérieur qu'un temps limité. De plus, si la température intérieure était trop élevée, outre qu'il y aurait là une dépense inutile, il y aurait aussi le danger d'un écart trop grand à la sortie entre la température extérieure et intérieure. De là la nécessité de chauffer surtout le sol, comme dans les constructions romaines. Soit qu'on adopte l'un ou l'autre mode, circulation d'eau chaude ou calorifère à air chaud, l'essentiel est de multiplier les conduits de circulation pour égaliser les températures dans tout le sol à chauffer.

Lorsqu'on aura recours aux appareils à eau chaude, comme dans les grandes églises de Paris, fréquentées pendant toute la journée, même en semaine, rien de plus simple que leur installation à cause

de la facilité de passage dans les caves. La dépense première est élevée, mais l'on obtient des résultats durables, un chauffage salubre, n'ayant au besoin qu'un foyer et un tuyau de fumée unique, avantage considérable pour faciliter le service. On ne devra pas négliger d'alimenter les foyers et les chambres de chauffe avec de l'air pris dans les parties basses de l'église elle-même.

Dans la plupart des cas, la simplicité et l'économie d'installation feront donner la préférence au calorifère à air chaud. On pourra, suivant les circonstances, le placer soit dans l'église même, soit latéralement dans quelque appentis, soit, ce qui est mieux, dans une cave ou crypte souterraine.

Le premier cas est le plus fréquent, le plus simple, le plus économique, surtout pour nos communes modestes. Les appareils se placent dans les angles, le long des murs, avec tuyaux de fumée dissimulés derrière les piliers ou plongeant dans des caniveaux recouverts de plaques de fonte, avec foyer d'appel extérieur, si c'est nécessaire. C'est une installation bien élémentaire et bien à recommander pour une foule d'églises de village, absolument privées de chauffage en hiver et d'autant plus malsaines qu'elles sont humides, peu fréquentées en semaine et par conséquent d'un séjour dangereux pour les vieillards et les infirmes. Le chauffage ici a encore un autre but, c'est d'assurer la conservation des œuvres d'art que l'humidité détériore si rapidement dans les églises.

Dans le deuxième cas, que je considère comme le moins favorable à l'économie du combustible et à l'égalité du chauffage, le calorifère est placé dans un appentis latéral et l'air de l'église appelé en contre-bas s'échauffe près de l'appareil, s'élève vers les voûtes et revient au point de départ. Quand on pourra disposer d'une cave, ce sera le moyen à préférer ; il permet de répartir plus également la chaleur sur tous les points de l'église. Si l'on emploie des tuyaux polis et convenablement inclinés, on pourra quelquefois envoyer la chaleur jusqu'à 40 mètres de distance, au moyen de bouches d'appel bien disposées. On placera l'appareil comme l'indique la figure 220, et l'on fera revenir l'air de l'intérieur par les deux côtés de l'église et en bas de la chambre de chaleur du calorifère, de manière à combattre la tendance de l'air chaud à s'élever vers les voûtes et à égaliser la température dans toutes les parties de l'enceinte.

Quelques constructeurs s'imaginent que, par leurs appareils, ils

chauffent seulement la partie basse de l'église et ils croient le prouver par des observations thermométriques qui montrent la température presque égale en haut et en bas. Cela prouve uniquement que les causes de refroidissement sont nombreuses, comme les voûtes, l'étendue et la mauvaise fermeture des vitraux, etc. On oublie aussi que si dans une enceinte, on introduit de l'air à une température relativement basse, 20 ou 25° par exemple, il aura moins de tendance à monter que s'il est introduit à 40 ou 50°.

Voilà pour le chauffage. Quant à la ventilation, j'ai dit que dans la plupart des cas, elle se faisait naturellement par les voûtes et les vitraux mal clos ou les portes incessamment ouvertes. Mais il est des cas où il faut absolument renouveler l'air vicié. Ainsi, j'ai vu dans des cérémonies de première communion, où les églises sont toujours trop étroites, j'ai vu de pauvres enfants succomber, non pas seulement par besoin de nourriture, ou par l'émotion de la cérémonie, mais par l'air vicié et la chaleur causés par une agglomération inusitée de fidèles et la combustion des cierges, ou autres appareils du culte. Là, comme dans tant d'autres circonstances, que ce soit à l'Institut comme au théâtre, au Conservatoire de musique comme dans une église, on songe aux besoins de l'esprit, jamais à ceux du corps, comme si l'un pouvait aller sans l'autre!

Terminons ce chapitre en recommandant la ventilation des salles basses de catéchisme généralement humides par le sol ou infectées par la respiration, et rappelons qu'en été, toutes les églises doivent avoir leurs vitraux supérieurs ouverts toute la nuit pour ventiler et rafraîchir l'intérieur jusqu'au moment des Offices. Combien peu de personnes hélas! songent à ces précautions si simples et si efficaces!

CHAUFFAGE DES WAGONS.

Bien que ce sujet soit quelque peu en dehors du but de ce livre, le nombre des voyageurs qui circulent aujourd'hui sur les grandes lignes est si considérable et l'importance du chauffage des wagons est telle, surtout la nuit, qu'il ne sera pas inutile de résumer ici, en quelques mots, les moyens proposés jusqu'à ce jour pour procurer au public une température convenable. Notons, en passant, que les meilleurs ouvrages techniques sur les chemins de fer ne disent pas un

mot de la question; c'est plus commode pour l'auteur et il en est ici comme dans toutes les réunions d'hommes, on pense à tout, excepté à nous donner un air pur à une température convenable. Or, on a dit avec raison que de toutes les misères, une des plus grandes était, pendant les longs parcours, de souffrir du froid dans un wagon, durant une longue nuit, à moins que ce ne soit de souffrir de la chaleur dans un compartiment non ventilé et recevant le soleil sur un toit métallique non isolé.

Ici, la question se complique de considérations accessoires d'économie d'installaticn, de simplicité de service, de rapidité et de l'ébranlement des trains, de la gelée, de la forme des wagons qui diffèrent complétement en Europe et en Amérique, etc. En somme le problème n'est pas commode à résoudre, mais il deviendra tous les jours plus pressant à cause de la longueur du parcours.

Voyons ce que l'on a fait jusqu'à présent.

L'un des premiers moyens employés consiste dans l'introduction des boules d'eau chaude ou chaufferettes sous les pieds des voyageurs. Ces caisses ont pour inconvénient d'exiger un matériel énorme, un service très-compliqué et fort incommode la nuit. Il y a une détérioration considérable des appareils.

En outre, ce moyen ne s'applique pas à toutes les classes et la source de chaleur qui diminue constamment n'est renouvelable qu'en changeant souvent le matériel. Pour remédier à la complication du service, MM. Geneste et Herscher frères ont proposé d'immobiliser les bouillottes et de les vider, de les alimenter dans les gares par des appareils fonctionnant à l'extérieur des wagons. Il ne faut pas songer ici, comme dans les autres moyens, à priver le public du dessous des siéges si utiles pour y déposer les menus objets du voyage. Dans le système en question, les bouillottes des trois compartiments sont reliées ensemble par des tubes placés sous les wagons et convenablement garantis de la gelée. A l'angle de chaque wagon se trouve un robinet d'alimentation et en dessous un robinet de décharge. L'eau de remplacement est chauffée dans des chaudières aux extrémités des lignes et amenée pendant l'arrêt du train au moyen d'un appareil roulant à double réservoir (fig. 269); celui du haut fournit l'eau bouillante prise à la chaudière, celui du bas reçoit l'eau refroidie des bouillottes, en sorte d'utiliser la chaleur de l'eau d'un train pour le suivant.

Le second moyen qu'on a proposé consiste à ajouter derrière chaque wagon un foyer thermosiphon pour entretenir une circulation

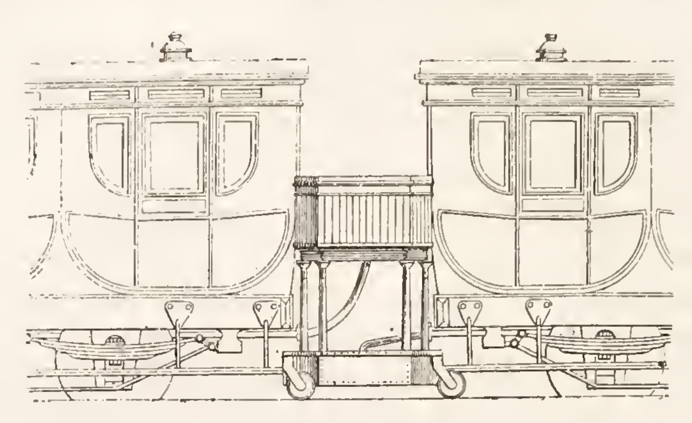


Fig. 269.

d'eau chaude sous les pieds des voyageurs. Il y a là une complication de service et une dépense d'installation devant lesquelles reculent les compagnies.

On a cherché à simplifier et à économiser la source de chaleur en faisant circuler sous les wagons la vapeur perdue de la locomotive, avec articulation particulière entre chaque voiture; ou bien encore on a voulu demander à la chaudière le supplément de vapeur nécessaire pour alimenter les tuyaux circulant dans les wagons. Enfin, on a installé une chaudière spéciale et unique placée dans le wagon des bagages et envoyant la vapeur jusqu'à l'extrémité des trains. Dans ce troisième cas, les dernières voitures sont très-irrégulièrement chauffées, les premières recevant la vapeur à une plus haute température. Il en est de même si l'on veut utiliser la chaleur perdue de la locomotive, et son fonctionnement en est souvent embarrassé. Si on veut lui demander une prise spéciale de vapeur, on tombe dans un autre inconvénient, car souvent dans les pentes, la locomotive suffit à peine au service spécial auquel elle est destinée. En outre, le chauffage ne commence que quand les locomotives sont attachées au train et les tuyaux sont exposés à geler quand on change de machines à certaines stations.

En Allemagne, on a remplacé les boules d'eau chaude par des chaufferettes renfermant des briquettes d'un combustible spécial composé de charbon de bois et de nitrate de potasse fortement comprimés et brûlant très-lentement avec une sortie d'air très-minime. Ce procédé

a l'avantage d'éviter les risques de rupture des tubes par la gelée, mais il est dispendieux, assez compliqué pour le service, et irrégulier dans ses effets.

Aux États-Unis, où les wagons ne sont pas divisés en étroits compartiments comme chez nous, on met un poêle au milieu de chaque voiture, ou aux deux extrémités. C'est le garde-train qui veille à l'allumage et à l'entretien. Alors les personnes placées près du poêle ont souvent trop chaud, tandis que celles qui sont aux deux extrémités se plaignent du froid. De plus, s'il arrive un accident, les feux déversés sur la voie ont été souvent une cause d'incendie pour le train. Enfin les poêles ne chauffent que la partie supérieure des voitures et laissent les pieds plus froids que la tête, ce qui est toujours à éviter.

En somme, les différents moyens proposés jusqu'à présent ont tous des inconvénients plus ou moins graves. L'eau chaude et la vapeur ont donné jusqu'à présent les meilleurs résultats, surtout si on place au centre d'un train une chaudière avec double circulation, permettant à chaque compartiment d'admettre ou d'arrêter cette circulation par un robinet. Un homme spécial serait chargé de veiller à la chaudière qu'on installerait à l'arrière du wagon du centre. Il va sans dire que des précautions extrêmes seraient prises contre la gelée surtout dans les articulations des voitures.

Un dernier moyen est à l'étude pour employer le gaz comprimé comme combustible entretenant la chaleur sous chaque voiture. Il tiendrait peu de place, chose capitale, et permettrait de régler le chauffage à volonté.

Espérons que la science de nos ingénieurs résoudra ces problèmes si difficiles et si importants, car nos compartiments étroits ne sont plus possibles quand on a à franchir de longues distances comme de New-York à San-Francisco. Il faut avoir passé 8 à 10 nuits de suite en chemin de fer pour apprécier, comme ils le méritent, les wagons-lits des États-Unis et tout le comfort domestique qu'on y trouve pour les longs parcours. Après avoir suivi les Américains dans l'emploi du télégraphe, hâtons-nous de les imiter pour le transport des voyageurs à de grandes distances.

DU CHAUFFAGE PAR LE SOL.

Nous avons vu, en étudiant l'histoire du chauffage, que les Chinois d'abord, puis les Romains, avaient l'excellente habitude de chauffer le sol et l'on comprendra facilement quel avantage on y trouve au point vue de la propreté et de la salubrité, car aucune fumée, aucune poussière ne pénètre dans les pièces. De plus, c'est un excellent moyen d'obtenir une chaleur durable et régulière, puisque semblable au volant qui emmagasine la force, dans une machine à vapeur, le sol, très-mauvais conducteur de sa nature, retient la chaleur très-longtemps. On a, en outre, l'avantage comme dans les poêles allemands d'utiliser presque toute la fumée avant qu'elle ne se perde dans la cheminée. Avec les poêles ordinaires, l'air chaud monte immédiatement au plafond, et, chose des plus fâcheuses, nous laisse les pieds dans une couche plus froide que celle de la tête. C'est surtout dans les théâtres que cette différence de température est frappante, et où l'on n'obtient l'effet contraire qu'au moyen de la ventilation renversée par l'appel d'un foyer.

Dans les temps modernes et avant l'invention du thermosiphon, on chauffait les serres par des circulations de fumée (fig. 235), enfin tout récemment, dans la guerre d'Amérique, ce moyen (fig. 261) a été employé pour le chauffage des ambulances sous tentes.

Puisqu'au point de vue de l'hygiène et de l'économie, il y a de grands avantages, n'est-ce pas le cas de se demander, si malgré la disposition moderne de nos demeures, il n'y aurait pas moyen de faire des applications plus nombreuses du chauffage du sol? Pour moi, j'en suis persuadé; ces applications peuvent être beaucoup plus nombreuses qu'on ne le pense et il y a lieu d'y avoir recours, surtout pour les églises à sol humide, les écoles, les ateliers, les serres, les vestibules, les passages à rez-de-chaussée de certaines habitations. Il va sans dire que ce moyen ne peut s'appliquer aux pièces où le renouvellement de l'air ne s'obtient pas en même temps que le chauffage et il sera indispensable dans ce cas, comme on le fait dans l'emploi de l'eau chaude, de disposer dans le haut des pièces des ouvertures réglées suivant les besoins.

Le mode d'installation est tout ce qu'il y a de plus primitif. Un

foyer quelconque, pouvant brûler des détritus et des combustibles de toute espèce, sera placé en dehors, en sous-sol : sa fumée circulera dans un conduit en briques ou en pierre, à l'abri de tout corps combustible, jusqu'à l'extrémité de la pièce à chauffer, puis la fumée reviendra au point de départ, où se trouvera placé, soit un foyer d'appel, soit un branchement du foyer lui-même qui, lors de l'allumage, servira à chauffer le tuyau de fumée. Les dalles formant recouvrement pourront se poser sur des fers cornières avec joints de sable fin ou de terre à four. On donnera une légère pente au conduit de chaleur et au départ près du foyer. Leur épaisseur sera augmentée puisque la chaleur y est plus intense. On a du reste des exemples de ce moyen appliqué aux serres au commencement du siècle, avant l'invention du thermosiphon. On laissera aux angles des ouvertures mobiles pour le nettoyage. Sur le dessus des conduits de fumée, au lieu des mosaïques romaines, on posera des carreaux que l'industrie moderne sait aujourd'hui varier et orner à l'infini. Combien de nos pauvres églises de village seraient assainies à peu de frais et éviteraient la déperdition des objets du culte par l'humidité, si l'on adoptait ce simple moyen de les chauffer le dimanche matin !

DU CHAUFFAGE DES FOURNEAUX DE CUISINE.

Dans un traité du chauffage domestique, nous ne pouvons passer sous silence un des appareils les plus indispensables de nos demeures, celui qui joue un rôle capital dans la question de dépenses du ménage, nous voulons parler du modeste fourneau de cuisine, qui, dès les premiers âges, a pris les formes les plus variées, depuis le foyer élémentaire du soldat en campagne, jusqu'aux savants appareils des clubs anglais. Si cette étude est peu poétique, elle offre cependant un intérêt réel et il est permis de se demander, en présence de la hausse croissante des combustibles, s'il y a lieu de se féliciter des moyens actuels de cuisson pour nos aliments. Nos fourneaux nous rendent-ils tous les services qu'on peut en tirer ? Ne peut-on y combiner à la fois : économie du combustible, foyer rayonnant pour les rôtis, fours pour la pâtisserie, chauffage gratuit de nos bains, enfin la ventilation de la cuisine elle-même ?

Pour moi, je crois que l'état de la plupart de nos fourneaux est

aussi arriéré que celui de nos foyers d'appartement et je vais donner les motifs de mon opinion.

Nous avons peu de documents sur les cuisines des anciens. D'après les ruines de Pompéi et les rapports plus ou moins exacts des auteurs latins, les aliments se préparaient à l'extérieur des habitations; tout le monde a entendu parler de la splendeur des festins sous l'empire romain et des folles dépenses qu'ils occasionnaient. On peut en conclure que l'art culinaire y était porté à un haut degré de perfection.

Au moyen âge, ce grand art semble s'être perpétué en Italie et surtout en Sicile. L'un des plus anciens et des plus curieux ouvrages où nous puissions étudier le fourneau de cuisine est celui de Bartoloméo Scappi, publié à Rome en 1570. On y voit déjà en usage les marmites suspendues à l'âtre ou placées sur des trépieds en fer, la hotte classique, le tourne-broche dans tous ses détails et, en général, tous les instruments de cuisine usités de nos jours, au point que rien ne semble avoir été inventé depuis.

Nous avons vu dans l'histoire du chauffage que pour les couvents et les châteaux, les cuisines étaient installées dans des bâtiments séparés et surmontés de voûtes percées de trous par où s'échappait la fumée (fig. 87 à 91). Dans la bourgeoisie, on n'employa pendant des siècles que ces grandes cheminées fumeuses encore en usage dans les campagnes. Quant à la cuisson à la vapeur, le premier brevet fut pris en Angleterre par Scott, en 1769. On y mentionne la formation de la vapeur dans un vase séparé et sa transmission par des tuyaux pour cuire les aliments. En Allemagne, Sachtleben indique en 1790 (fig 270) un perfectionnement capital dans l'emploi du combustible par la circulation des gaz brûlés autour des marmites. Après lui, un philanthrope, un savant de vrai mérite, Rumfort, frappé comme Sachtleben de la dissipation des combustibles, fit faire des progrès immenses dans l'application de la chaleur à la cuisson des aliments et installa à Munich des fourneaux véritablement économiques pour les établissements de bienfaisance. Son sixième essai « On the management of fire and economy of fuel », est

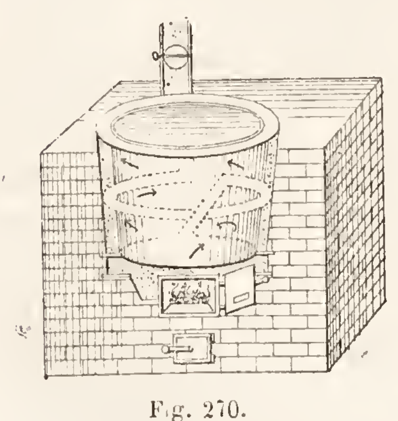


Fig. 270.

un traité complet sur la matière. Ses idées ont été copiées et modifiées de cent manières. Mais à lui revient l'honneur d'avoir contribué à supprimer les vastes foyers de cuisine. Il popularisa le mode de cuisson des aliments, fort usité en Allemagne et déjà décrit très en détail dans l'ouvrage de Sachtleben : il consistait à supprimer les crémaillères où l'on suspendait les anciennes marmites et les foyers rayonnants où ces dernières ne recevaient le feu que d'un côté. Les appareils de cuisson (fig. 271) étaient plongés jusqu'au haut dans un massif de briques et la flamme ou la fumée circulait tout autour avant d'entrer dans la cheminée. Cette disposition économique a été appliquée depuis à toutes les grandes installations d'hospice ou de casernes. Le capitaine du génie Choumara, dans un mémoire publié en 1832, appliquant ces idées aux cuisines militaires, fit ressortir la nécessité de trouver dans leurs fourneaux une triple utilité : 1° La cuisson des aliments; 2° le chauffage des chambrées; 3° l'assainissement de ces chambrées par une ventilation permanente dans toutes les saisons. Nous verrons dans la deuxième partie de ce livre comment on peut résoudre le troisième problème.

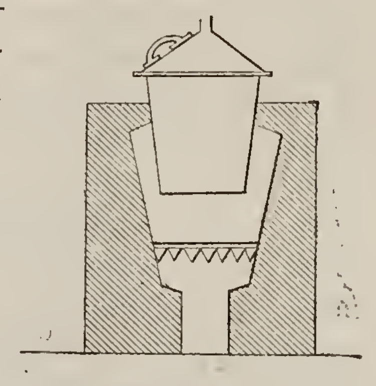


Fig. 271.

Si nous examinons les progrès à apporter aux dispendieux appareils, dits fourneaux économiques, de nos maisons à loyers, nous verrons qu'ils pèchent sur les points suivants : 1° Ils sont faits à grande surface métallique noire et non polie, c'est-à-dire, réunissant les deux pires conditions pour l'économie de la chaleur. En disposant le fourneau comme nous le verrons tout à l'heure, il y aura égale surface pour la cuisson, mais moins d'étendue de plaque, par conséquent moins de chaleur perdue. De plus, les parties externes du fourneau seront doublées de plaques d'émail blanches et polies pour diminuer le rayonnement. 2° La ventilation de nos fourneaux est mauvaise, ou plutôt nulle : on a la mauvaise habitude de ne faire qu'un tuyau de fumée auquel on demande un double service, celui de ventilateur et celui de sortie des gaz brûlés. C'est une grossière erreur, car si au moment de dîner, on ouvre la trappe située dans la hotte, on diminue la température du tuyau de fumée, par conséquent on ralentit le ti-

rage, au moment où il est le plus utile et la cuisinière n'a rien de plus pressé que de le fermer. 3° Du moment qu'il n'y a plus d'issue aux odeurs des mets et aux fumées de charbon par une trappe sous la hotte, cette dernière n'est plus qu'un appendice coûteux recevant les poussières de la pièce, tandis que la place qu'elle occupe pourrait être utilement employée comme armoire dans nos cuisines si étroites. 4° On ne songe nullement à alimenter d'air le fourneau ou la cuisine. Si en hiver on ouvre une fenêtre, les domestiques sont gelés par derrière et grillés par devant; de là une source de rhumatismes; on est donc tenté de tout fermer. Que se passe-t-il alors ? Les cheminées de l'appartement n'étant qu'imparfaitement munies de prises d'air, quand elles en ont, s'alimentent par le corridor qui conduit aux cuisines et en attirent les émanations. C'est à ce point que quelques personnes n'ont pas trouvé de meilleur moyen pour y remédier qu'en mettant la cuisine au-dessus et non au-dessous de la salle à manger. Non-seulement il faut alimenter d'air tous les foyers, mais dans une cuisine, il faut deux choses indispensables et presque jamais prévues: une issue aux odeurs de graisse par un tuyau séparé mis au contact du tuyau de fumée, puis une prise d'air extérieur de diamètre suffisant et passant en hiver sous et derrière le fourneau pour que la cuisinière ne soit pas refroidie et par conséquent tentée de tout fermer. En été, l'ouverture en grand des fenêtres simplifiera de suite la question. 5° On n'emploie pas les deux moyens nécessaires pour diminuer le tirage souvent trop actif, c'est-à-dire la fermeture presque complète du cendrier, en sorte que les plaques du fourneau sont souvent portées au rouge. Dans ce cas, l'air extérieur s'infiltrant par mille fentes invisibles se précipite sur le foyer et me fait l'effet d'un voleur qui, sous forme de charbon, s'empare de mon argent et s'enfuit sur les toits par une issue que je lui ai ménagée moi-même. 6° Le four est placé en contre-bas de la plaque, de sorte que la flamme et les gaz brûlés sont obligés de redescendre dessous et derrière le four. Il en résulte moins de tirage, trop de chaleur en haut du four et sur la plaque d'où elle rayonne et se perd inutilement dans la pièce qu'elle rend quelquefois intolérable en été. Il serait préférable de placer ce four comme nous le verrons tout à l'heure, de manière à diminuer la surface rayonnante du fourneau et d'employer le combustible, non pas horizontalement comme aujourd'hui, mais de bas en haut, utilisant d'abord le foyer comme rayonnement pour les rôtis, puis

par des marmites à la Rumfort, pour le four à pâtisserie, pour le chauffage des bains, enfin pour la ventilation. Le four et le reste du fourneau devra être garni de tôle émaillée ou de fayence blanche à dilatation libre, convenablement assemblée.

J'ai déjà indiqué, au chapitre du chauffage des bains, les dispositions que j'avais fait établir pour utiliser la fumée et obtenir en même temps une ventilation efficace : la figure 272 résume à peu près les

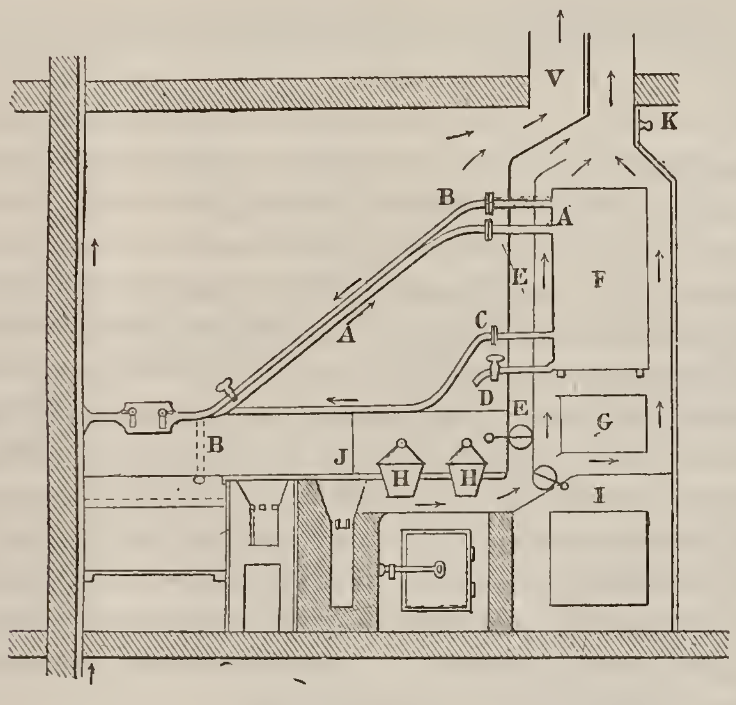


Fig. 272.

progrès à réaliser dans les maisons à loyers pour réunir et utiliser convenablement toutes les ressources d'un foyer allumé d'une manière presque permanente.

A est l'alimentation du réservoir d'eau chaude ; B, le trop-plein allant à l'évier ; C, prise d'eau chaude pour la cuisine ; D, robinet de décharge ; E, tuyau de fumée séparé en cas de réparation au réservoir ; F, réservoir d'eau chaude ; G, four à pâtisserie ; H, casseroles à la Rumfort plongées dans la fumée ; I, clef d'arrêt de la fumée ; J, foyer avec plaque tombante par devant pour rôtir ; K, tampon de nettoyage ; V, tuyau de ventilation : à gauche du foyer, réchauds à gaz ou à charbon de bois. On aura donc ainsi obtenu du combustible les résultats suivants : un foyer rayonnant pour rôtir, une plaque mé-

tallique à une haute température, comme dans les fourneaux actuels ; deux ou quatre marmites à la Rumfort plongées par-dessous et sur les côtés dans les gaz brûlés ; un chauffe-assiettes en dessous ; un four à la suite ; un chauffage de bains par la fumée ; enfin, la ventilation de la cuisine. Il nous reste à dire un mot du chauffage au gaz appliqué aux fourneaux de cuisine.

DU CHAUFFAGE AU GAZ POUR FOURNEAUX DE CUISINE.

Ici encore, nous voyons une application particulière d'un moyen nouveau, destiné, non pas à remplacer complétement les anciens foyers, mais à rendre de grands services dans les petits ménages, comme nous l'avons déjà expliqué longuement en parlant du chauffage domestique, par le gaz d'éclairage. On a beaucoup perfectionné les appareils actuels qui permettent de cuire les aliments de diverses manières avec une économie de place, une rapidité, une propreté et une simplicité de travail, qui, tous les jours, étendront l'emploi du gaz, surtout dans les petits ménages où le temps est précieux, où l'on n'a pas à monter de combustible, où l'on veut quelquefois se servir soi-même et se rendre indépendant des domestiques. De plus, si l'on fait le compte de la chaleur perdue avant et après les repas dans les fourneaux si faussement appelés économiques, on verra que le gaz ne coûte pas plus cher. Il y a là toute une révolution dans nos habitudes, surtout dans les grandes villes.

DU CHOIX DES APPAREILS DE CHAUFFAGE.

Après avoir étudié tour à tour les différents moyens employés pour produire artificiellement de la chaleur, on voit qu'il n'en est aucun qui n'ait ses défauts et ses qualités ; aussi, lorsqu'on posera cette question : Quel est le meilleur système de chauffage ? on ne pourra répondre d'une manière directe, à moins qu'on n'ait étudié à l'avance l'exposition, l'étendue, la nature du local à chauffer, le nombre des occupants, celui des appareils d'éclairage, etc. Il est aussi peu judicieux d'employer les mêmes moyens pour des besoins divers que d'indiquer les mêmes remèdes à des malades de sexes, d'âges et de

natures diverses. De là cette conséquence pour la science de l'ingénieur, comme pour celle du médecin, c'est qu'elle exige le concours d'un art, c'est-à-dire d'un tact particulier pour appliquer les ressources dont on dispose suivant les circonstances.

Un second point sur lequel il n'est peut-être pas inutile d'insister, est la différence que produisent sur nos organes les divers modes de transmission de la chaleur, soit qu'elle nous arrive directement d'un foyer incandescent, ou indirectement par un poêle, ou un courant d'air chauffé à distance, le thermomètre marquant le même degré dans les trois cas. Ajoutons que la lumière joue dans les réactions chimiques un rôle non équivoque, et rien ne prouve jusqu'à présent que l'état électrique de l'air ne soit pas modifié par les températures très-élevées de certains calorifères. Sur ce sujet comme sur tant d'autres, nous en sommes encore aux conjectures ; seulement, au moyen d'une machine douée d'une sensibilité merveilleuse, le corps humain, nous pouvons à peu près déterminer quel est le système qui exerce ou non sur nos organes une action défavorable. Ces considérations devront influer beaucoup sur la résolution à prendre dans le choix des appareils suivant la nature des lieux à chauffer.

Jusqu'à présent on n'a encore donné en commun à nos maisons que l'eau pure ou la lumière par le gaz. Un temps viendra peut-être, où sous forme d'eau chaude, comme cela se fait à Chaudesaigues, on nous enverra aussi la chaleur. On peut dire que le fait existe déjà au moyen du gaz hydrogène de l'éclairage. En attendant, pour les maisons à loyer, comme pour les hôtels, il y a une économie considérable à chauffer ce que j'appellerai les poumons ou l'artère principale, c'est-à-dire, l'escalier d'où partiraient les prises d'air pour les chambres et à envoyer à l'intérieur de ces chambres la chaleur d'un calorifère commun, au moins pour l'antichambre, la salle à manger et le salon. Les autres pièces, chambres à coucher et cabinet de travail, devraient être chauffées par des cheminées perfectionnées produisant chaleur et ventilation. Quand les lieux s'y prêteront, le tuyau de fumée du calorifère, passant dans l'escalier par une double gaîne bien disposée, suffira souvent pour le chauffer en entier.

Il est inutile de revenir ici sur la valeur des différents appareils que nous avons étudiés précédemment. Il nous suffira de rappeler que pour les pièces habitées, tout appareil qui n'est pas combiné pour un renouvellement de l'air de la pièce est insalubre et doit par

conséquent être rejeté. Cette règle devra être appliquée d'autant plus rigoureusement que le nombre des occupants et celui des appareils d'éclairage seront plus considérables. A cette règle, nous en ajouterons une seconde : l'air rentrant devra être puisé dans un lieu exempt d'émanations nuisibles ; il devra arriver en grande quantité avec une faible vitesse et à une température moyenne, plutôt qu'en petite quantité et à une température élevée. Nous en avons donné les motifs en parlant des calorifères.

Comme la ventilation et le chauffage sont deux questions indissolubles, lorsque nous étudierons dans les chapitres suivants le meilleur mode d'aération des pièces habitées, nous arriverons naturellement à traiter ce qui concerne le mode de chauffage à employer pour chaque cas particulier. Résumons seulement ici ce que chaque maison bien construite peut et doit avoir en commun :

1° *L'eau pure* arrivant par un tuyau central à l'abri de la gelée dans la cuisine, l'office, la salle de bain, les lavabos et les cabinets.

2° *La chaleur*, par un calorifère chauffé à frais communs par le concierge et envoyant par des prises spéciales à chaque ménage, de l'air chaud, non-seulement dans l'escalier, mais dans l'antichambre, le salon et la salle à manger.

3° *La lumière*, par le gaz dans l'escalier, dans l'antichambre, la cuisine, les corridors, les cabinets de toilette.

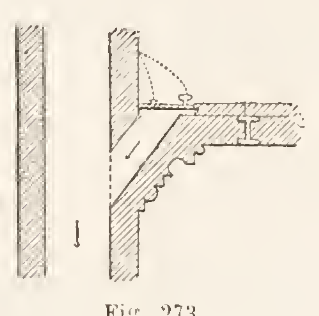


Fig. 273.

4° *La force* par l'air comprimé, ou par une pression d'eau servant à monter les habitants, les combustibles, les fardeaux par un ascenseur. Comme corollaire, on ménagera à chaque étage des orifices permettant de jeter de haut en bas (fig. 273) tous les détritus de la maison dans un réceptacle unique placé à l'étage inférieur et vidé chaque jour par le concierge. Enfin chaque ménage communiquera directement avec le rez-de-chaussée par des sonnettes électriques et un porte-voix.

DE LA VENTILATION.

DÉFINITIONS ET PRINCIPES.

Dans la première partie de ce travail, nous avons décrit les moyens employés en divers temps et en divers pays pour élever artificiellement la température ; nous en avons montré la nécessité pour entretenir la vie animale et végétale ; puis, après avoir étudié les combustibles, nous avons posé les règles qui doivent guider les constructeurs au point de vue hygiénique et au point de vue économique, soit qu'ils transmettent la chaleur par l'air, par l'eau ou par la vapeur ; enfin, nous avons étudié les divers appareils qui ont été inventés à diverses époques pour chauffer les habitations.

Parmi les nombreuses applications de la chaleur à nos besoins, une des plus importantes est celle qui se rattache à la ventilation, puisque celle-ci a lieu généralement par des appareils de chauffage. Ces deux questions sont deux sœurs jumelles, inséparables, agissant ensemble et produisant l'une par l'autre des effets multiples. Sans vouloir traiter ici la grande question qui, encore à l'heure qu'il est, divise le monde savant, je veux dire la préférence à accorder à la ventilation naturelle sur les moyens artificiels appliqués à l'aération des hôpitaux et des grandes agglomérations d'hommes, nous rappellerons en peu de mots l'état présent de la question parmi les ingénieurs et les savants.

Mais, auparavant, il ne sera pas inutile de bien s'entendre sur la valeur des mots. Pour nous, ventilation signifiera : déplacement d'air plus ou moins vicié dans une enceinte close et son remplacement par de l'air pur. Le mot de ventilation emporte l'idée de mouvement : une soupape, une ouverture quelconque ne peuvent forcer l'air à se déplacer ; elles ne peuvent agir que pour diriger ou régler un courant. On voit qu'on donne ordinairement, et bien à tort, le nom de ventilateurs aux vasistas ou aux inventions sans nombre ayant pour effet unique de faciliter l'arrivée ou la sortie de l'air. Pour nous, le ventilateur sera : la force motrice naturelle ou artificielle, la chaleur ou le mécanisme déterminant le déplacement d'air.

La ventilation est dite naturelle ou artificielle. La première est celle qui a lieu par la différence de densité de la température intérieure et extérieure d'une pièce ou par la force des vents. On comprend de suite qu'elle est incertaine et variable comme la température et que ceux qui comptent sur elle seule pour les hôpitaux ou pour les grandes réunions d'hommes, surtout en été, où la ventilation est le plus nécessaire, s'exposent à de grandes déceptions.

La ventilation artificielle est celle que l'on opère au moyen de la chaleur dans une gaîne d'appel ou par un moteur mécanique comme dans les mines, les usines ou les ateliers : dans ce dernier cas, le renouvellement de l'air peut se faire par aspiration et par pulsion ou insufflation.

Ceci posé, nous verrons que chacun de ces moyens a ses applications particulières, suivant les cas : nous aurons à examiner où doivent être placés les orifices d'arrivée ou d'extraction de l'air, selon les saisons, selon les lieux à ventiler et la force dont on dispose. Rien en ceci, comme en toute chose ici-bas, n'est absolu. Tantôt les orifices d'arrivée seront en bas et les bouches de sortie en haut : c'est la ventilation ancienne, celle que fait la nature ; c'est la plus simple et pas toujours la meilleure. Tantôt les bouches d'arrivée seront en haut et celles d'extraction en bas : dans ce cas, la ventilation est dite renversée et par appel ; c'est celle qui est appliquée dans les mines depuis un temps immémorial. Enfin, l'arrivée et l'extraction de l'air peuvent avoir lieu par en bas, à condition d'être placées à l'opposé l'une de l'autre, de manière à causer un déplacement aussi efficace que possible de l'air vicié : c'est cette ventilation qui a lieu dans nos appartements, quand les bouches d'arrivée du calorifère

sont jointes à l'action d'un foyer de cheminée qui sert de bouche d'extraction.

Il y a quatre moyens de déplacer l'air dans une enceinte close :

1° En faisant communiquer cette enceinte avec une cheminée d'appel où l'on entretient un foyer allumé, puis, en alimentant l'enceinte avec de l'air neuf chauffé ou rafraîchi suivant les saisons : nous verrons plus loin la place à donner aux bouches d'arrivée ou d'appel et leur influence sur les résultats à obtenir ;

2° En injectant de l'air par pulsion, au moyen de ventilateurs mécaniques ;

3° En plaçant le ventilateur à la sortie de l'enceinte et en le faisant agir par aspiration ;

4° En produisant cette aspiration par un jet d'air comprimé qui agit par entraînement, soit à l'entrée, soit à la sortie.

Chacun de ces moyens a ses applications suivant la disposition des lieux et le but qu'on se propose.

Les avantages de l'appel sont les suivants :

1° C'est la ventilation la plus simple et la plus naturelle ; tantôt elle agit de bas en haut par la différence de densité des couches gazeuses ; tantôt elle agit en contre-bas, sous l'appel d'un foyer que le premier manœuvre peut allumer et diriger à son gré sans autre dépense que le combustible, une fois les gaînes bien établies ;

2° Elle n'exige pas, comme les autres systèmes, l'intervention d'ouvriers spéciaux, de mécaniciens, qu'on n'a que dans les usines, à moins qu'il n'y ait déjà une machine dans l'établissement ;

3° On extrait l'air vicié directement du point où il se produit et cela plus sûrement que par l'insufflation qui écarte et disperse les miasmes sans leur imprimer une direction déterminée ;

4° Enfin, elle est plus économique pour les petites vitesses, surtout si les gaînes sont établies dans des proportions convenables et si le service des foyers ou de la force ventilante est assuré. Cette force étant produite par la chaleur, on fait concourir la fumée des foyers, c'est-à-dire une partie de la dépense, au profit de la ventilation, en faisant passer la fumée dans une double gaîne.

Par contre, on reproche à l'appel :

1° Dans les habitations privées, de contrarier le tirage des cheminées ;

2° D'attirer dans les pièces les odeurs des cuisines et des cabinets ;

3° Dans les théâtres, de détourner les ondes sonores vers le lustre, de produire des courants d'air dangereux, et en tout cas désagréables, par les portes des loges et de causer une différence de température en haut et en bas de la salle, à moins qu'on n'ait recours à l'appel en contre-bas ;

4° Dans les amphithéâtres, d'obliger à fermer toutes les ouvertures extérieures, autrement l'appel aurait lieu, non sur l'air de la salle, mais sur celui du dehors et le but de la ventilation serait manqué en partie ;

5° Dans les hôpitaux, de faire introduire dans les salles les émanations des cabinets et des couloirs, l'air froid des fenêtres, enfin de mêler les miasmes des malades ;

6° D'exiger des gaînes de grandes dimensions pour obtenir économiquement de petites vitesses.

Les partisans de la ventilation par injection prétendent :

1° Que l'on peut mieux commander à la qualité et à la quantité de l'air introduit, quand même il y aurait ouverture accidentelle des portes et des fenêtres : on peut le faire arriver au point précis où il est nécessaire et par des conduits de faible diamètre, ce qui dans les navires et dans les mines est un incalculable avantage. On en voit un exemple dans la figure 274 où, dans les écoles, l'air arrive par un petit tube A et s'étale au-dessus du pupitre à travers la grille B, pour éloigner de chaque élève les émanations voisines. Le même moyen a été proposé pour les hôpitaux (fig. 275 et 276) ;

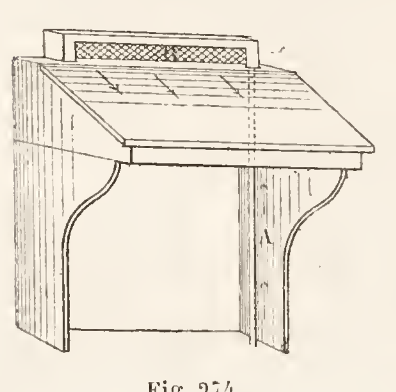


Fig. 274.

2° On a moins de chances d'incendie par les foyers ;

3° On évite les hautes et dispendieuses cheminées d'évacuation ;

4° Pour certains magasins à ouvertures larges et constamment en mouvement, on assure la rentrée de l'air neuf choisi au point convenable et on évite les poussières des voies publiques.

On voit qu'il y a beaucoup à dire sur les différents systèmes de ventilation et que l'on est loin d'être d'accord. En fait, la question ne comporte pas de solution absolue, car elle dépend d'une foule de circonstances, de la nature des lieux, du genre de besoins ou du but

à satisfaire et des moyens dont on dispose. Ainsi, dans l'industrie, si l'on peut utiliser le tirage d'une haute cheminée, le mode d'appel

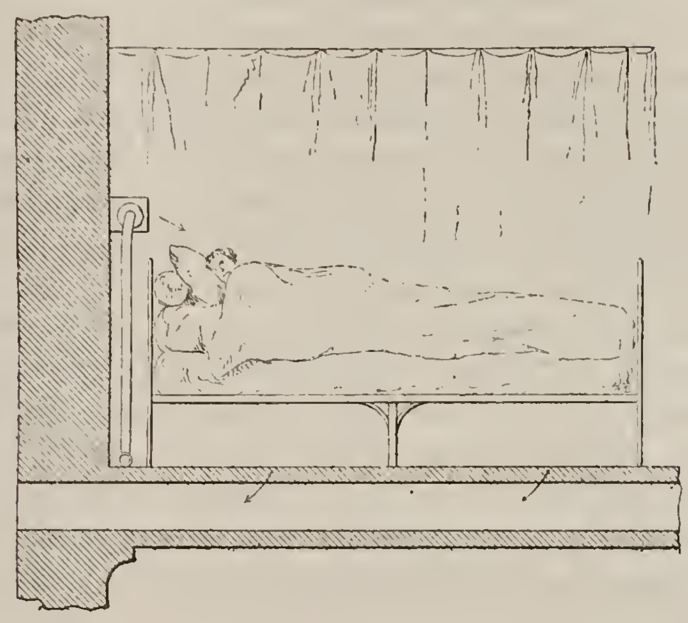


Fig. 275.

sera naturellement indiqué. Si l'on a affaire à une salle de spectacle, il faudra combiner l'injection et l'aspiration. On peut en conclure que le proverbe « In medio veritas » s'applique à nos études comme à tant d'autres choses en ce monde.

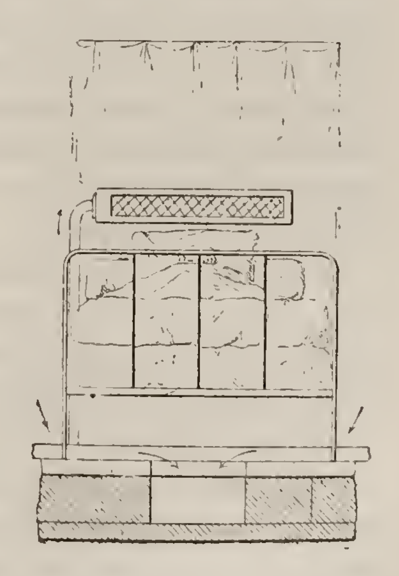


Fig. 276.

Quant à nos habitations, en général, le moyen le plus simple et le plus naturel semble consister dans des ouvertures placées à la partie inférieure d'un côté de la pièce et dans d'autres ouvertures placées à l'opposé près du plafond. On sait que l'air respiré est chaud, par conséquent plus léger que l'air frais et qu'il tend à monter : il en est de même des produits de la combustion des appareils d'éclairage Rien donc de plus facile, en apparence, que de donner une issue par en haut à l'air vicié de nos habitations. Mais il s'en faut de beaucoup, dans la pratique, que les choses se passent comme on le suppose. On

ne tient pas assez compte des variations continuelles de la température extérieure et de la direction des vents, de telle sorte que, la plupart du temps, ce qu'on a cru être une issue à l'air vicié, n'est au contraire qu'un orifice d'entrée, causant dans une foule de cas des refroidissements et des courants intolérables. C'est pourquoi dans quelques grands édifices, comme l'Opéra de Vienne ou les chambres du Parlement à Londres, on a mis dans les cheminées d'évacuation des hélices ou des ventilateurs pour assurer la sortie de l'air vicié. Au premier abord, l'art de chauffer *ou* de ventiler est fort simple, mais l'art de chauffer *et* de ventiler convenablement est très-difficile : et cependant, de lui dépend souvent, non-seulement le comfort, mais la santé elle-même des hommes ou des animaux réunis dans des enceintes closes. En outre, l'architecte ne fait pas toujours ce qu'il veut. Le propriétaire l'arrête à chaque instant par la question de dépense : il ne voit que l'intérêt de son capital et ne s'occupe qu'accessoirement de la question de salubrité que, pour ma part, j'appelle ici une question d'humanité.

Les trois instruments que l'on emploie, pour juger des effets d'un système quelconque de ventilation, sont les suivants :

En premier lieu, l'*anémomètre :* il y en a de plusieurs sortes ; M. Combes, le général Morin, M. Neumann ont perfectionné cet appareil. Il consiste essentiellement en un moulinet, formé de quatre ailes planes en mica, montées sur un axe horizontal muni d'une vis sans fin qui transmet le mouvement à des roues dentées, disposées comme celles d'une montre, pour indiquer le nombre de tours parcourus par le moulinet.

Après l'instrument destiné à mesurer la vitesse de l'air vient le *thermomètre* que tout le monde connaît, mais dont les renseignements sont pour nous des plus trompeurs en ce qu'ils n'indiquent que la température de l'air, tandis que sa qualité et sa composition est ce qui nous occupe avant tout.

Puis vient l'*hygromètre*, qui nous donne l'indication du degré d'humidité de l'air : mais, là encore, nous n'avons qu'une indication accessoire qui n'a qu'une utilité limitée.

Enfin, nous avons ce que les Anglais appellent le « Nose test » ou le sens de l'odorat, qui, mieux que tout le reste, sert, à certaines personnes, à indiquer la pureté de l'air. En somme, nos moyens pra-

tiques sont loin d'être parfaits pour nous faire juger, au point de vue hygiénique, de la qualité de l'air respirable.

Faire entrer, sortir, circuler à volonté un corps aussi léger, aussi fluide, aussi élastique que l'air, un corps de densité aussi différente que les gaz qu'il doit déplacer, un corps enfin qui, en dehors du pouvoir ventilant, est soumis à tant d'influences diverses, comme la respiration humaine, l'état de santé des personnes présentes, la combustion du foyer, l'éclairage de la pièce, l'ouverture des portes, etc., c'est là, on le conçoit, un problème des plus difficiles. Le déplacement de l'air nécessaire à la santé est bien autrement compliqué que les phénomènes que nous observons, par exemple, dans les végétaux, où la circulation de la séve ascendante et descendante a lieu sous l'influence de l'endosmose et par l'évaporation de l'eau à la surface des feuilles, évaporation qui fait appel sur les racines. Dans les animaux, la circulation du sang artériel et veineux a un moteur merveilleux, le cœur, dont les contractions puissantes font appel au sang vicié ou veineux pour faire refluer dans tout l'organisme le sang artériel oxygéné dans nos poumons. Dans les deux cas précédents, il y a des forces naturelles très-faciles à saisir. Au contraire, dans la circulation de l'air pour les besoins de l'homme, quand cette circulation se trouve gênée par les obstacles artificiels que nous lui créons, elle ne peut avoir lieu que par deux causes, ou bien par la différence de densité de l'air extérieur et intérieur, ou bien par des appareils mécaniques. Tous les soi-disant ventilateurs-fumifuges-aspirateurs à hélice que l'on a préconisés et brevetés vingt fois en divers pays et sous des noms différents, sont tous sujets au même inconvénient, c'est-à-dire, à l'incertitude et l'irrégularité du pouvoir ventilant qui augmente souvent ou diminue à l'inverse des besoins.

Il ne faut pas oublier que l'air nous affecte bien moins par sa température que par sa composition, par son degré d'humidité, et surtout par le mouvement dont il est animé. Ce dernier point est de la plus haute importance. Ainsi, vers les pôles, on peut supporter assez facilement des températures de 30 à 35 degrés au-dessous de zéro, quand l'air est calme; mais qu'il soit agité et le froid devient intolérable. De même, à l'équateur, avec des brises de mer, on supporte plus facilement 40 à 45 degrés, que l'on n'en supporte 25 dans l'air stagnant et vicié d'une ville. On sait que pour que la transpiration cutanée s'effectue régulièrement, il faut que l'humidité de l'air soit dans des li-

mites moyennes. Trop considérable, la vapeur d'eau diminue la transpiration pulmonaire et cutanée, et peut causer de grandes maladies : trop faible, elle permet à l'air d'enlever trop d'humidité à nos organes et cause des maux de tête. On sait aussi qu'une température chaude et sèche sera plus facilement supportée que la même température humide; de plus, l'air en mouvement, soit parce qu'il cause un surcroît d'évaporation et, par conséquent, de froid à la peau, en faisant de notre corps un alcarazas, soit par le fait même du déplacement de l'air vicié, sera plus facilement supporté que ne le serait de l'air moins chaud, mais stagnant. On souffre beaucoup moins de la chaleur dans certains climats tropicaux, quand les lieux sont bien ventilés, que dans nos villes, où l'air moins chaud, mais vicié et concentré dans de hautes murailles, ne peut se déplacer qu'avec lenteur.

L'une des erreurs les plus répandues et qu'il importe de signaler, c'est la confiance qu'inspire, pour une chambre de malade, par exemple, la désinfection de l'air, qu'il ne faut pas confondre avec son renouvellement. En effet, enlever à l'atmosphère d'une pièce son odeur, en masquant cette odeur par une plus forte, ce n'est pas lui rendre ce qui lui manque, c'est-à-dire, ses propriétés vivifiantes. Il peut y avoir bénéfice pour l'odorat, il n'y en a pas pour la respiration et pour la santé. D'ailleurs, l'air est comme l'eau : cette dernière, pour être bonne, doit être inerte, inodore, insipide : de même pour l'atmosphère, à moins qu'on ait à recourir à des émanations résineuses, par exemple, l'air le meilleur est celui qui ne sent rien.

Depuis D'Arcet, le véritable père de nos progrès modernes en chauffage et en ventilation, bien des moyens ont été proposés pour obtenir un déplacement de l'air. Quelques-uns sont primitifs; on fait évacuer une pièce quand l'atmosphère devient intolérable, on ouvre les fenêtres un instant, puis on rentre quand l'air en est renouvelé : d'autres fois on ouvre des vasistas dans le haut, au risque de doter de fluxions de poitrines ou de rhumatismes les personnes assises près des fenêtres. Tout cela n'est pas la solution du problème. Recourir à la ventilation naturelle pour nos grandes réunions, c'est prendre la question à l'envers.

Pratiquement, la ventilation se résume dans l'appréciation du volume d'air à renouveler en un temps déterminé suivant les causes d'altération de l'air, et dans la quantité de chaleur à produire ou à

déduire suivant ce volume et suivant la différence en plus ou en moins que l'on veut obtenir entre la température extérieure et intérieure. Dans le plus grand nombre des cas, la véritable solution du problème est dans la ventilation renversée, celle qui consiste à faire circuler l'air de la pièce à ventiler, contrairement à son mouvement naturel, c'est-à-dire de haut en bas. C'est le seul moyen d'obtenir un renouvellement de l'air aussi complet que le permet l'agitation de cet air, provenant de causes étrangères à la ventilation, comme les ouvertures des portes, la circulation des personnes présentes, etc.

Au contraire, par l'appel direct, c'est-à-dire, quand on laisse l'air chaud suivre son mouvement naturel, soit de bas en haut, on semble ne se proposer que la plus mauvaise solution du problème, c'est-à-dire, faire passer dans la pièce à ventiler un volume d'air nouveau, dans un temps donné, en déplaçant le moins possible l'air vicié préexistant dans la pièce, et de la manière la plus contraire à notre bien-être. C'est précisément ce qui arrive dans nos théâtres actuels; on établit un vaste courant partant de la scène et allant s'engouffrer dans le trou du lustre où le sollicite un puissant appel qui a pour effet de faire dévier les ondes sonores et de geler les spectateurs des loges dès qu'on en ouvre les portes.

On a fait à la ventilation renversée plusieurs objections :

1° Si l'on n'allume pas le foyer, c'est-à-dire la force motrice qui est une cause de dépense, il n'y a pas de ventilation;

2° L'air qui sort de nos poumons étant à 38 degrés, et l'air de la pièce à 18 ou 20, les produits de la respiration tendent à monter, puis sont ramenés en bas par l'appel, il y a donc tendance à ce qu'ils soient respirés deux fois.

A ces deux objections il est facile de répondre. Sans doute, on peut supprimer la force ventilante; mais la question ici est de savoir, non pas s'il y aura ventilation, mais quel est le meilleur moyen de l'obtenir d'une manière rationnelle. Quant aux produits de la respiration, le courant insensible allant de haut en bas entraîne loin de nous, et régulièrement, les produits de la respiration, bien plus sûrement que par l'appel contraire, puisque les gaz acides carboniques, produits de la combustion et de la respiration, tendent eux-mêmes à descendre, par leur poids supérieur à celui de l'air.

Il est bien entendu que la ventilation renversée est applicable surtout quand on aura à éviter des courants gênants et dangereux,

comme dans un bal, une assemblée en amphithéâtre, dans un théâtre même. Mais, comme toutes choses en ce monde, elle a son revers, c'est-à-dire qu'elle exige une force artificielle, une attention donnée à un foyer, sans quoi la ventilation devient nulle, et l'air chaud, suivant son mouvement naturel de bas en haut, l'aération n'a pas lieu s'il n'y a pas d'orifices de sortie aux parties supérieures; c'est au constructeur à peser tout cela suivant le cas et les besoins. L'inconvénient dont je parle peut se produire et s'est produit souvent dans un théâtre dont le plafond est fermé, comme le théâtre Lyrique, où l'on négligeait d'allumer les foyers d'appel.

En fait, la ventilation renversée n'est que l'application à nos habitations de la plus ancienne méthode d'aération, celle des mines. En effet, dans ces dernières, l'air pur entre par le puits A, par exemple (fig. 277), vient balayer toutes les galeries de la mine, pour remonter en B sous l'influence du puissant appel d'un foyer C. Pour nos lieux de réunion, le principe est le même : élargissez le tube A de la largeur de la salle à ventiler, et ajoutez extérieurement une gaîne d'ascension B, ce sera la ventilation renversée des mines. Cette méthode a déjà été employée avant 1844, à Londres, dans la prison modèle de Pentonville, où l'on a voulu appliquer le système cellulaire : on y a fermé toutes les issues par lesquelles les prisonniers pouvaient communiquer entre eux, et l'air arrivant par une grille placée sur l'un des côtés supérieurs de la cellule ressort par le bas, à l'opposé, sous l'influence de l'appel des foyers.

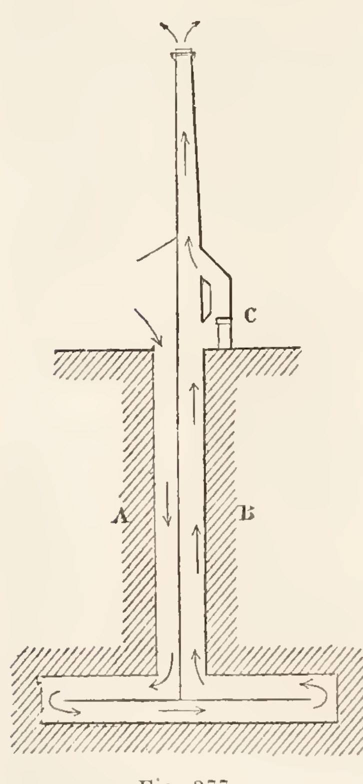


Fig. 277.

Le docteur Reid avait déjà proposé le même système en 1837, pour la ventilation de la Chambre des communes, comme le montre la figure 278, où l'air chaud devait descendre par des gaînes à travers le plafond et sortir par le sol sous l'appel d'un foyer. L'éclairage devait avoir lieu par des pendentifs A, garnis de verres ornés et dépolis, puis par les corniches B, où circulait une rampe de becs de gaz : c'est là

l'origine des plafonds lumineux, et nous en verrons l'application, faite sur une large échelle en Angleterre, dans l'éclairage des clubs, esca-

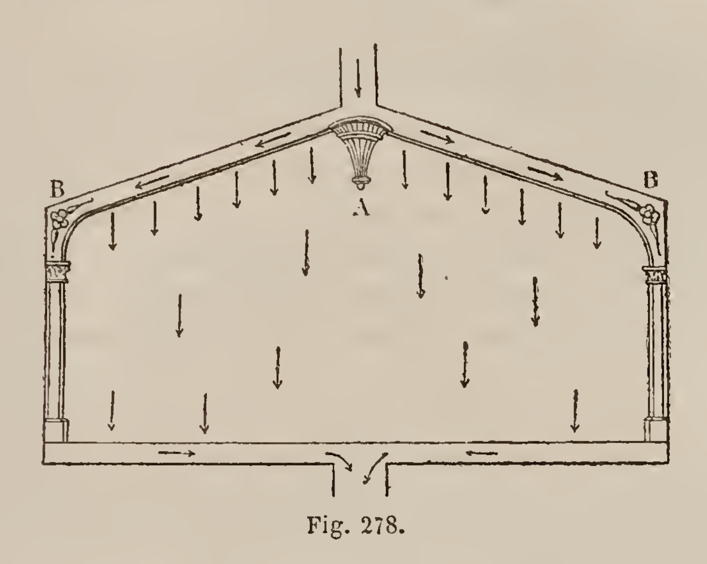


Fig. 278.

liers, musées, salles de lecture, etc. Dans ces derniers temps, ces principes ont été appliqués à Paris au Conservatoire des arts et métiers et à la Chambre des députés, contrairement aux idées reçues sur la ventilation naturelle.

Comme je l'ai dit en commençant, il faut que nos architectes comprennent qu'il ne suffit pas d'étaler des merveilles d'art et de goût dans nos salons, il faut encore et avant tout que non-seulement la température en soit convenable, mais que l'air soit pur de ces poisons aériens qui nous asphyxient. Si l'on pouvait voir dans l'air aussi clairement qu'on le voit dans l'eau trouble, toutes les impuretés animales et végétales que nous aspirons dans nos poumons, on en serait souvent effrayé. De là ce proverbe anglais : « Our own breath is our greatest enemy, — Notre propre respiration est notre plus grand ennemi. »

Pour remédier à cette viciation de l'air respirable, il n'y a qu'un moyen : faire appel à l'air vicié dans la partie où il existe et le remplacer par de l'air pur préalablement chauffé en hiver, préalablement rafraîchi en été. Il est évident que cela exige un moteur, une force quelconque. N'oublions pas que, pour nous, ici, force et chaleur sont synonymes. A défaut de l'appel des cheminées, on emploiera un ventilateur mécanique : il y en a de plusieurs genres et de très-efficaces. Dans l'avenir, on emploiera très-probablement pour cela, comme

pour beaucoup d'autres usages, la pression d'eau de nos réservoirs, c'est-à-dire la force dont nous pouvons tous aujourd'hui disposer dans les villes. En Californie, où la main-d'œuvre est très-chère, ce moyen est employé comme moteur pour une foule de services publics et particuliers. On l'a appliqué ici au montage des matériaux, mais l'avenir lui réserve bien d'autres usages. Dans toutes les maisons, on a une antichambre; on peut bien réserver aussi quelques mètres carrés pour y placer et l'appareil de chauffage avec sa prise d'air extérieur, et le ventilateur avec ses deux tuyaux d'aspiration ou d'insufflation. La température de la pièce changeant constamment suivant les saisons, suivant qu'on s'y tient la nuit ou le jour, suivant le nombre et l'état de santé ou l'âge des personnes présentes, il est évident qu'il faudra un moteur mobile et changeant comme le besoin qu'il doit satisfaire; c'est pour cela que la ventilation dite naturelle sera toujours inégale et inefficace. Eh! ne fait-on pas usage de bras d'homme pour taper du piano, racler des cordes, ou souffler dans des instruments? Pourquoi, dans les grandes soirées, n'aurait-on pas aussi un homme chargé de nous insuffler de l'air pur? Au premier abord, cela choque les idées reçues, mais cet homme, ne serait-il pas aussi utile aux jouissances d'une réunion que le musicien qui nous excite ou le glacier qui prétend nous rafraîchir? Là, où nos invités viennent chercher le plaisir, ils ne rencontrent la plupart du temps que malaise et souvent la souffrance : on prodigue les fleurs, les toilettes, les lumières et on nous refuse de l'air. Là est une des absurdités les plus complètes de nos plaisirs factices. Il ne faut rien exagérer, mais quelle est, en entrant dans la vie, la première fonction que nous remplissons? N'est-ce pas l'acte respiratoire? Quelle est notre dernière œuvre en ce monde? N'est-ce pas une expiration d'air? Et l'on pourrait penser que la nature n'a pas attaché à cet acte une importance capitale? N'a-t-elle pas plongé notre être dans un océan aérien en donnant à cet océan une forme élastique, mobile, soumise aux lois de la pesanteur, remplissant les moindres espaces au point qu'il n'y a pas de machine qui puisse faire le vide parfait? Nous pouvons suspendre pendant longtemps certaines fonctions vitales, la digestion, par exemple, mais la respiration, nous ne pouvons l'arrêter plus de quelques minutes sans que mort s'ensuive! Qu'on seconde donc les médecins, qui, comme médication principale, conseillent des bains d'air pur à la campagne. Que de fois n'a-t-on pas vu des fièvres rebelles céder au seul

bain d'air de mer! Demandez à la ville de Paris le résultat qu'elle obtient pour ses orphelins scrofuleux élevés dans l'hospice qu'elle a fondé à Berk-sur-Mer. Demandez aux chirurgiens l'influence de l'air pur sur un accouchement fait en ville ou à la campagne, sur la guérison ou la réussite de leurs opérations les plus habilement faites. C'est à un tel point qu'on a proposé de faire des opérations par occlusion, c'est-à-dire en mettant la plaie à l'abri de l'air toujours chargé de ferments organiques. C'est encore pour le même motif qu'on a mis récemment en pratique la fabrication du vin à l'abri du contact de l'air. Qui ne connaît l'influence du collodion et des enduits imperméables dans les maladies inflammatoires, la péritonite, les brûlures, l'érésipèle, etc., etc.?

Ces vérités une fois bien comprises, travaillons tous, propriétaires et architectes, à perfectionner nos moyens d'aération de nos salons. Nos artistes ne seront pas embarrassés pour disposer les ornements de leurs plafonds et leurs stylobates pour les faire servir à un appel convenable et très-divisé des veines fluides, rafraîchies ou réchauffées suivant les cas, et communiquant à l'emplacement d'un ventilateur mû par un instrument quelconque, ou d'un foyer d'appel dont la dépense sera toujours minime comparativement aux résultats obtenus. A quoi tiennent les dispositions nerveuses, irritables, les constitutions chétives de nos héroïnes de salon? N'est-ce pas en partie à cette atmosphère viciée qu'elles respirent pendant des nuits entières, en activant encore par la danse les fonctions respiratoires? Dans les bals, on nous inonde de fleurs, de diamants, d'étoffes précieuses, et l'on néglige de nous donner une atmosphère convenable! A l'œuvre donc, messieurs les architectes, on ne vit pas seulement de glaces et de dorures, et vous avez un beau rôle à jouer dans la longévité humaine, puisque c'est vous qui faites les boîtes où nous devons forcément respirer pendant le tiers de notre existence. Qu'il me soit permis ici, en passant, de blâmer l'invariable copie des Grecs par notre architecture française moderne. Les études portent toujours nos architectes vers Rome et Athènes, c'est-à-dire vers d'éternels modèles du beau, c'est vrai, mais aussi vers un climat, une religion, des mœurs et une civilisation qui ne sont plus les nôtres. C'est le cas d'appliquer le fameux vers : « Qui nous délivrera des Grecs et des Romains? » Revenus en France, nos artistes s'inspirent d'un ciel et d'une époque dont les besoins étaient tout différents, et Dieu sait si nos édifices publics et par-

ticuliers ont à en souffrir! Tantôt ce sera un théâtre manqué par des boutiques, tantôt une cour de justice avec un péristyle grandiose, mais avec des aménagements intérieurs insensés. Ne serait-il pas temps qu'on mît les bœufs avant la charrue, c'est-à-dire qu'on fît la façade pour l'intérieur et non l'intérieur pour la façade?

Nous verrons plus loin quels sont les moyens pratiques à mettre en usage, suivant les lieux et les besoins. C'est au goût, à la science de l'architecte à tirer parti des circonstances où il est placé, suivant la capacité des salles, suivant la dépense qu'on lui impose, la disposition des pièces voisines, etc. Qu'il soit bien compris que je ne préconise aucun système. En ventilation, comme en médecine, comme en toute chose, les systèmes mènent souvent à l'erreur. D'ailleurs, on ne ventile pas un hôpital comme un théâtre, une prison comme une caserne, etc. Bornons-nous à indiquer les moyens que chacun pourra et devra modifier suivant le cas: il n'y a qu'une chose qui ne change pas, c'est la série des lois physiques que l'on oublie trop souvent. Ainsi, lorsqu'on aura à ventiler une écurie, il ne faut pas oublier que les gaz ammoniacaux dégagés par les fumiers, pèsent 0,58, relativement à l'air, à la température de 0°; il sera donc préférable de mettre la bouche d'évacuation en haut: au contraire, l'acide carbonique exhalé par nos poumons pesant 1,52, c'est-à-dire une fois et demie autant que l'air atmosphérique, il sera préférable de l'appeler par le bas. L'habitude qu'ont les chiens de flairer les émanations de leur maître à la surface du sol, semblerait indiquer qu'elles y sont plus abondantes.

Envoyer de l'air chaud dans les diverses pièces d'une maison et à diverses hauteurs, est chose qu'on fait tous les jours par des calorifères placés aux étages inférieurs et secondés par l'appel des cheminées d'appartement, en hiver.

Mais le problème change de face, quand il s'agit, pendant les chaleurs, d'envoyer de l'air frais, c'est-à-dire, de l'air plus lourd que celui des pièces à ventiler et n'ayant aucun motif de déplacement. C'est là, cependant, le but à atteindre en été, c'est-à-dire, au moment où l'aération est le plus nécessaire. Dans ce cas, on comprend qu'il faudra : 1° mettre les bouches d'arrivée en haut, c'est-à-dire, à l'opposé des bouches de chaleur de l'hiver; 2° il faudra faciliter l'arrivée de l'air frais par des orifices de sortie d'air vicié, convenablement placées, et au besoin, quand la différence de densité des deux courants

ne sera pas suffisante, il faudra déterminer le déplacement par une force quelconque, comme un ventilateur mécanique, un foyer d'appel, ou même à bras d'homme. On veut bien accorder des sorties d'air vicié, mais non pas d'arrivée ; on veut ventiler et on ne veut pas de tuyaux ou de gaînes supplémentaires : c'est demander l'impossible. Pour nos maisons à six étages, la question se complique, il est vrai, par la perte de place, mais on ne saurait trop le rappeler, la ventilation naturelle dans la plupart des cas est une chimère; il faut en outre et très-souvent, pour déterminer un déplacement d'air, un moteur, une force, et cette force ne peut être que la chaleur ou un moteur mécanique.

Je viens de dire qu'on veut bien généralement laisser évacuer l'air vicié, mais on ne voudrait pas laisser admettre l'air nouveau sous le prétexte qu'il est froid. Cela me rappelle exactement les législateurs qui, en économie politique, veulent bien laisser sortir nos marchandises indigènes fabriquées, mais imposent la prohibition aux marchandises étrangères. Ne pouvant entrer par la porte, celles-ci entrent par contrebande, et la moindre conséquence de ce beau système est une prime à la fraude et une atonie dans la circulation et les affaires. De même pour la ventilation, on veut bien laisser sortir la fumée par la cheminée, et l'air vicié par de maigres ouvertures, mais on repousse l'air froid extérieur par des bourrelets ou d'autres moyens. De là, atonie, c'est-à-dire fumée, ou manque de circulation ; et l'air extérieur, n'ayant pas d'entrée légale, vient comme la marchandise étrangère, en contrebande, par les fissures des portes et des fenêtres, c'est-à-dire de la manière la plus fâcheuse.

Il est des vérités qu'on ne saurait se lasser de répéter ; en hiver, la ventilation est presque toujours suffisante, grâce au chauffage et à la différence de température extérieure et intérieure; mais, en été, où elle est le plus nécessaire, il arrive souvent que ces températures se balancent et l'on sait que c'est moins la chaleur de l'air que sa pureté et son déplacement qui ont sur nous de l'influence. En vain donc, vous aurez des orifices d'arrivée et de sortie, si vous n'y joignez une force quelconque, vous n'aurez pas de déplacement: c'est là que devient indispensable cette force déterminante que nous irons demander tantôt à une cheminée d'usine, tantôt à celle d'une cuisine, tantôt à un foyer artificiel et temporaire, tantôt à un appareil mécanique, suivant les cas.

Tous ces moyens deviendront d'une application facile, le jour où les architectes daigneront s'occuper de ces questions, non après, mais avant d'avoir arrêté leurs plans, comme ils l'ont fait jusqu'à présent. Vouloir faire une ventilation rationnelle dans une maison bâtie est une grande dépense quand ce n'est pas une impossibilité ; quand la maison est encore à faire, tout devient simple et économique.

Rappelons en peu de mots l'application pratique des principes que nous avons reconnus dans cette étude, et n'oublions pas que nous avons à satisfaire aux conditions suivantes : 1° enlever ou déplacer l'air vicié sans produire de courants désagréables aux personnes présentes ; 2° remplacer cette atmosphère, en été par de l'air rafraîchi ou au moins par de l'air pur, et en hiver, par de l'air préalablement chauffé à une température moyenne et suffisamment saturé d'humidité.

Eh bien, l'expérience nous apprend que pour remplir ce but, il faut trois choses : *de nombreux orifices d'arrivée, de nombreux orifices de sortie*, enfin, *une force.*

Nous savons que, pour ne gêner personne, il faut que les orifices d'entrée soient très-multipliés, qu'ils soient placés loin des personnes présentes, et qu'ils arrivent autant que possible à un angle de 45° près du plafond, pour que les courants d'air soient insensibles. Nous savons aussi que si les orifices de sortie ou d'extraction sont placés en bas et près du plancher, les courants seront inaperçus.

Reste à trouver le troisième terme du problème, c'est-à-dire, la force déterminant le déplacement d'air. Évidemment, on ne peut pas compter sur les différences de température ni sur l'action des vents, ou sur la ventilation naturelle. Il faut, surtout en été, une force mobile, obéissante, variable, comme le besoin qu'elle doit satisfaire ; ce sera donc, suivant les cas, ou un foyer convenable, faisant appel, ou une machine à gaz, ou une petite machine à vapeur, faisant mouvoir une aspiration et un refoulement, ou bien la pression d'un réservoir d'eau, ou enfin la force humaine, quand le travail est court et de peu d'importance.

Ce que je veux bien établir, c'est que partout où, dans une enceinte close par des moyens artificiels, il y a réunion d'êtres vivants, hommes ou bêtes, depuis l'abeille et le ver à soie, jusqu'à l'éléphant, le renouvellement de l'air est de la plus haute importance ; c'est qu'il

ne faut pas compter sur des moyens naturels pour l'obtenir ; c'est que nous savons, par expérience, où placer l'arrivée de l'air pur et la sortie de l'air vicié ; c'est qu'enfin, il y a des moyens physiques et mécaniques simples et faciles de déplacer l'air, et qu'il est grand temps, qu'en 1873, nos chambres de représentants, nos cours de justice, nos théâtres et nos salons ne soient plus des étuves insalubres. Il devra se créer chez nous, comme en Angleterre, des « sanitary engineers, » ou si l'on veut, des architectes chargés de nous faire des boîtes plus ou moins ornées et dorées, mais, avant tout, des boîtes où l'on puisse respirer à l'aise ; ces messieurs pensent à l'aspect extérieur de l'édifice, à la sculpture, aux ornements, à tout enfin, excepté à l'indispensable, c'est-à-dire, le renouvellement de l'air. Depuis qu'il se fait des maisons, on n'a eu qu'un but : se clore. De la clôture, soit, mais, c'est comme la vertu, « pas trop n'en faut. »

Je sais très-bien que dans la pratique, quel que soit le système que l'on adopte, il sera impossible de contenter tout le monde. Les uns sont chauves ou ont la poitrine délicate ; le moindre courant les gêne. D'autres sont très-facilement congestionnés et ont besoin d'air en abondance. Comment satisfaire à la fois ces besoins opposés ? A l'heure qu'il est, on ferme toutes les issues et on s'empoisonne réciproquement. Est-ce là la solution du problème ?

Résumant les principes et les observations qui précèdent, on voit que la ventilation est de deux sortes : ou elle est *naturelle*, ou elle est *artificielle*.

Dans le premier cas, elle a lieu par l'ouverture des orifices extérieurs d'une pièce et le renouvellement de l'air s'opère plus ou moins activement, suivant la différence de densité de l'air extérieur et intérieur, suivant la place, la grandeur des orifices d'admission, suivant la direction des vents, etc. ; on conçoit que ces moyens, bons dans plusieurs cas et quand il y a peu de personnes rassemblées, sont très-irréguliers, très-incommodes souvent, et très-inefficaces, surtout la nuit, pendant le sommeil, et dans les réunions nombreuses.

Dans la ventilation artificielle, on a recours, soit à l'appel par un foyer, soit à une force mécanique quelconque qu'on peut commander et modifier à son gré, suivant les circonstances. Ce sont ces moyens artificiels qu'il faudra employer dans la plupart des cas, puisque l'effet à produire dépendra des saisons, de la grandeur des pièces, du nombre des personnes réunies, etc. C'est surtout pour la ventilation

des mines ou des vaisseaux que l'appel forcé est indispensable. Tout le monde n'est pas descendu dans une mine, mais il n'est presque personne qui n'ait fait une traversée en mer, quelque courte qu'elle soit, et qui n'ait été péniblement frappé, malade même, par l'odeur particulière qu'on respire dans l'intérieur. Combien de nuits n'avons-nous pas passées nous-même sur le pont pour éviter les émanations des salons et des cabines! Quoi de plus simple pourtant que d'emprunter à la machine à vapeur quelques centièmes de sa force pour donner à 300 ou 400 passagers, entassés dans un espace restreint, un bien-être aussi désirable?

Les principes de la ventilation artificielle sont des plus simples :

1° Les orifices d'arrivée de l'air pur devront toujours être maillés à leur entrée, très-divisés et placés le plus loin possible des orifices d'appel ou d'extraction.

2° Les orifices d'appel seront placés le plus près possible des foyers de l'air vicié à extraire.

3° L'air nouveau admis dans une pièce devra être préalablement chauffé à une température moyenne, saturé d'humidité suffisante et pris dans un lieu éloigné de toute émanation fâcheuse. Il sera divisé autant que possible à son entrée.

4° Les orifices d'appel et d'arrivée devront être suffisamment larges pour éviter tout courant sensible.

5° On devra utiliser pour l'appel, la fumée, c'est-à-dire la force perdue du foyer, servant à chauffer l'air nouveau.

6° Il faudra toujours adjoindre au calorifère un foyer d'appel versant sa fumée dans le tuyau commun et servant seulement pour augmenter l'appel en hiver et pour le déterminer seul en été; on y adjoindra des chambres de mélange pour élever ou abaisser la température à son gré. Ces chambres seront desservies par des registres mobiles à portée du chauffeur.

7° La ventilation renversée, c'est-à-dire, celle qui est contraire au mouvement naturel de l'air, est l'un des moyens les plus certains de produire une ventilation, c'est-à-dire, un renouvellement insensible et complet de l'air vicié, en même temps qu'une température égale en haut et en bas des lieux ventilés.

On voit qu'en somme, les principes de la ventilation sont assez simples; les voici en quelques lignes : Pour ventiler une pièce quelconque, il faut trois choses, *une entrée, une sortie, une force;* en d'au-

tres termes, toute capacité close où l'on voudra produire un renouvellement de l'air, devra être munie d'au moins deux orifices proportionnels à l'effet qu'on veut produire, un orifice d'entrée et un orifice de sortie, l'un, placé en haut autant que possible, l'autre dans le bas et loin du premier. L'orifice de sortie sera mis en communication avec une colonne d'ascension soumise à une force calorifique quelconque ou à un ventilateur mécanique, et cette force combinée avec la grandeur des orifices et la hauteur de la colonne, déterminera la mesure et la ventilation obtenue. Prenons, par exemple, l'appareil de ventilation par excellence, celui qui est le plus commun, une cheminée d'appartement : la colonne d'ascension, c'est le tuyau de la cheminée; la force, c'est le foyer; l'arrivée, ce sont hélas! les fissures des portes et des fenêtres quand il n'y a pas de ventouses suffisantes et de prise d'air derrière le foyer.

Il est facile de comprendre, par ce qui précède, que pour renouveler l'air d'une enceinte quelconque, il faudra toujours ménager deux ouvertures, une d'entrée et une de sortie, car l'air extérieur ne peut pas entrer si l'air intérieur ne commence par sortir : mais, cela ne suffit pas encore et l'on en a la preuve dans l'expérience suivante: Si l'on place une bougie allumée dans un vase (fig. 279) n'ayant qu'une ouverture à la partie supérieure, au bout d'un certain temps, la lumière s'éteindra, faute d'air; mais, qu'on divise le goulot de la cloche en deux parties d'inégales hauteurs, la bougie brûlera parfaitement, parce qu'il y aura circulation et renouvellement de l'air intérieur. Nous aurons là les trois conditions du problème, *sortie*, *entrée* et *force*. Pour les habitations privées, une quatrième condition est nécessaire pour que la ventilation soit complétement satisfaisante, c'est le chauffage, ou le rafraîchissement préalable de l'air rentrant. Si on l'admet brusquement surtout dans les salles de bal ou de théâtre, ce peut être un danger. De là une complication qui rend le rôle de l'ingénieur très-délicat.

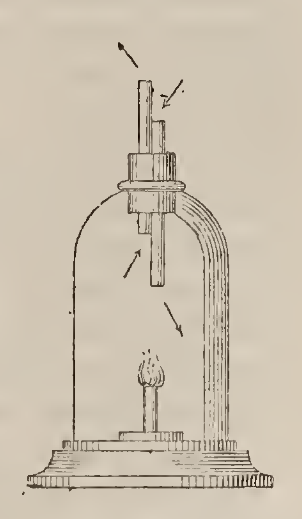


Fig. 279.

En terminant ce chapitre, mentionnons les différents moyens pratiques de ventilation qu'on a employés jusqu'à ce jour et dont nous verrons l'application dans le cours de notre travail; ils dérivent tous,

ou d'une force naturelle comme le vent ou la différence de température de l'intérieur d'un lieu avec l'extérieur; ou bien, ils dérivent de forces artificielles dont la principale source est encore la chaleur.

On a employé tour à tour :

1° Les pompes aspirantes et foulantes appliquées d'abord à la ventilation des mines, puis les soufflets inventés par Hales comme nous le verrons plus loin;

2° La chute d'un poids, un ressort, une colonne faisant mouvoir un appareil mécanique;

3° Les briques à jour placées dans les murs à différentes hauteurs. A cette classe, se rattachent les inventions sans nombre décorées du nom de ventilateurs et qui consistent en soupapes à coulisse, zinc perforé, lames de persiennes, moulinets, etc.;

4° Les gaînes de ventilation simples ou doubles partant du plancher ou du plafond et montant jusqu'au toit sous l'action d'un aspirateur ou d'un foyer allumé;

5° Les diverses gueules de loup utilisant l'action du vent, mais n'opérant pas en temps de calme;

6° Les ventilateurs à palettes ou tarares qu'on a modifiées en ventilateurs excentriques et à hélice. Ce sont ceux qui sont le plus en usage dans les usines et les ateliers où l'on dispose d'une force motrice convenable;

7° Les appareils d'éclairage et, entre autres, les lustres à gaz des théâtres qui déterminent un appel malheureusement trop énergique vers le trou supérieur ;

8° Les cheminées ordinaires de nos appartements : c'est là un des meilleurs appareils connus; c'est pourquoi il est recommandé avec raison pour les chambres de malades ;

9° Les doubles gaînes où l'on utilise le tuyau de fumée comme dans les écoles, les usines et ateliers;

10° Enfin, l'air comprimé agissant par entraînement. C'est l'un des moyens les plus récents dont la première application en grand à Paris a eu lieu au palais de l'Exposition, en 1867.

HISTOIRE DE L'AÉRATION.

La première ventilation artificielle dont l'histoire fasse mention est celle qu'avait conseillée Hippocrate, lors d'une épidémie à Athènes, et celle qu'on a appliquée dans ces derniers temps dans quelques villes du Midi, pendant le choléra, je veux dire, l'allumage de vastes foyers sur les places publiques. Ces foyers brûlaient une partie des miasmes aériens et déterminaient un certain courant dans l'atmosphère ambiant, mais ils exigeaient une masse énorme de combustible et, on le comprend, ils n'agissaient que sur des surfaces très-restreintes.

A ce moyen imparfait de ventilation il faut ajouter le modeste éventail employé en Chine depuis les temps les plus reculés et devenus entre les mains de nos modernes Espagnoles un instrument si mobile et si prompt de leurs pensées. Mentionnons aussi le « Punkah » usité dans les Indes et aux Antilles pour agiter l'air des appartements; enfin, le grossier « manche à vent » de nos navires, instrument essentiellement imparfait, puisqu'il ne fonctionne pas en temps de calme, faute de force motrice, ni en cas de tempête, parce qu'il faut fermer les écoutilles.

Qu'a-t-on fait sous le rapport de l'hygiène depuis Hippocrate? C'est là une des nombreuses questions que les savants laissent sans réponse, car l'histoire nous transmet avec un soin infini les prouesses des sabreurs de l'antiquité, mais elle dit à peine quelques mots des inventeurs et des bienfaiteurs de l'humanité. De tous temps, hélas! le dieu de la destruction a eu le pas sur celui de la production, et le monde actuel ne nous donne guère l'aspect d'un changement prochain! Que l'on compare le budget de l'instruction publique avec celui du ministre de la guerre depuis Clovis jusqu'à Napoléon III : quel triste contraste pour la sagesse humaine, et quelle marge à parcourir pour que la force de la raison puisse équilibrer celle du sabre!

Les seuls exemples qui nous restent d'un essai quelconque de ventilation chez les anciens, consistent dans les ouvertures faites dans les plafonds des bains publics pour donner passage à la vapeur. On en voit encore des restes dans les bains de l'Alhambra à Grenade, mais

le but qu'on se proposait en Orient était surtout de rafraîchir l'air plutôt que de le purifier. Dans nos climats, nos habitations, placées dans d'autres conditions, péchaient par l'excès contraire à cause des vastes cheminées et des appels d'air froid qu'elles causaient. De nos jours, le rétrécissement des cheminées, la meilleure fermeture des portes, l'encombrement dans les maisons à six étages, l'usage du gaz, etc., tout cela a rendu la ventilation plus nécessaire.

Au moyen âge, les livres spéciaux ne nous citent aucun fait qui ait rapport à la question d'aération, lorsqu'en 1657, George Agricola publia à Bàle un ouvrage sur l'exploitation des mines. Il y indique les moyens employés alors pour la ventilation, et on reconnaît dans le dessin de l'époque les trois moyens artificiels encore employés de nos jours. La figure 280 nous indique un vaste soufflet qu'on soulevait par un levier. Le soufflet s'emmanchait dans des pièces de bois percées au centre comme celles qui ont longtemps servi avec les tuyaux de terre cuite à conduire les eaux, jusqu'à l'emploi tout moderne des tubes de fonte. Dans les mines importantes, on employait quatre à cinq de ces soufflets placés les uns à côté des autres et réunissant leurs tuyaux en un seul, le tout mis en mouvement par des chevaux attelés à des manéges. La figure 281 indique le ventilateur rotatif



Fig. 280.

employé si souvent et perfectionné depuis. Enfin on voit dans la figure 282 le ventilateur à ailes et à quadruples compartiments tel qu'en Angleterre Muir l'a préconisé de nos jours (fig. 283), sauf qu'il y a ajouté des lames inclinées, pour profiter de l'action des vents et avoir, comme l'indique Agricola, des divisions pour les courants montants et les courants descendants. Ce sont là les premiers docu-

ments sur la ventilation artificielle des mines qui, de nos jours, a vu accroître son importance à cause des nombreux accidents causés

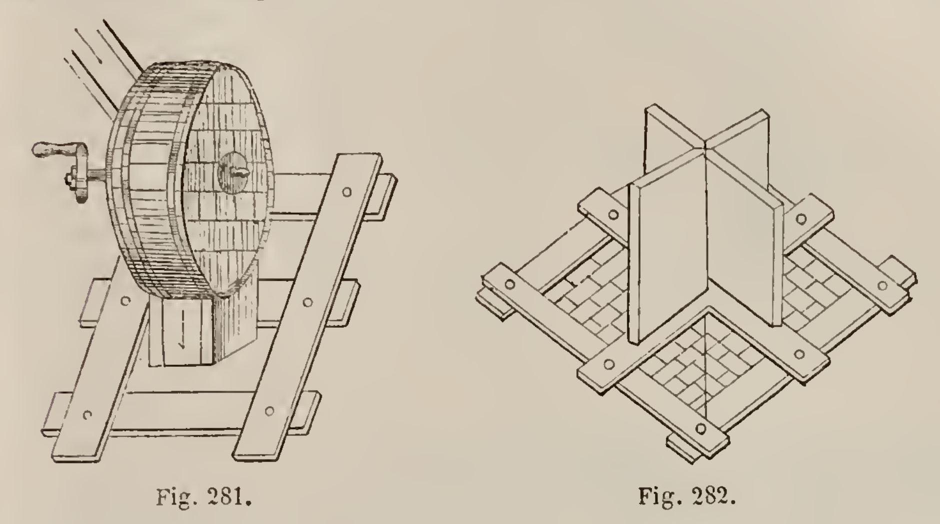


Fig. 281. Fig. 282.

par le feu grisou. A l'heure qu'il est, une des plus vives préoccupations des ingénieurs consiste à insuffler des torrents d'air dans les galeries exploitées, pour prévenir des accidents qui compromettent la vie de milliers de personnes et la propriété minière elle-même.

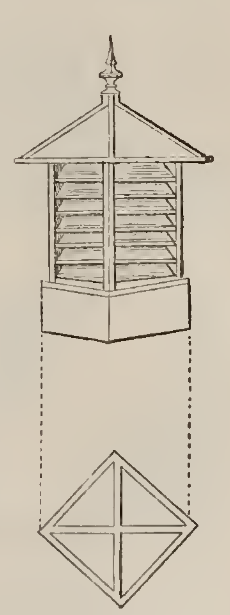


Fig. 283.

En Angleterre, le premier essai de ventilation d'un édifice public est attribué à l'architecte de Saint-Paul, Christopher Wren, qui fit faire dans les quatre angles du plafond de la salle des séances du Parlement des ouvertures surmontées d'un coffre en bois aboutissant aux étages supérieurs. Il arriva là ce que l'on observe partout où l'on se borne à placer des orifices de sortie pour l'air vicié. Il y eut à certains moments des courants descendants qui refroidissaient les salles et qui firent renoncer bientôt à ce moyen.

Un Français réfugié à Londres après l'édit de Nantes, le Dr Desaguliers, ajouta, en 1723, au moyen proposé par Christopher Wren, l'appel d'un foyer placé dans les étages supérieurs. Il employa aussi le ventilateur à palettes, figures 284 et 285, tel que nous l'avons vu décrit par Agricola pour les mines et comme on l'applique encore de nos jours dans les usines où la force est empruntée à une machine à

18

vapeur. Ce mode de ventilation a continué à être appliqué à la

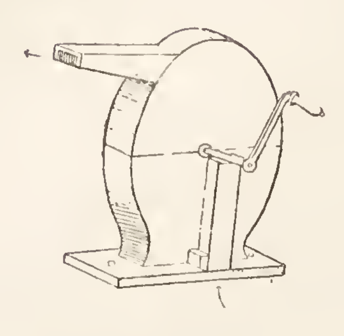


Fig. 284.

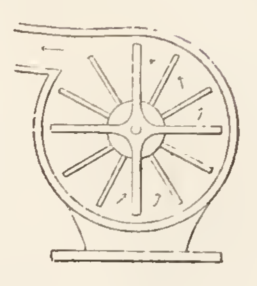


Fig. 285.

Chambre des communes jusqu'en 1820. Dès 1734, Désaguliers l'avait employé pour la désinfection des vaisseaux.

Vers 1758, le Dr Hales proposa un moyen de ventilation par pulsion ou injection, tel qu'il l'avait observé dans les soufflets de forge ou les orgues d'église. La figure 286 représente cet appareil, qui fut employé, soit pour aspirer l'air vicié, soit pour injecter de l'air neuf, suivant la disposition des soupapes et des tubes adoptés aux soufflets. C'est là l'origine de la ventilation par pulsion, appliquée depuis dans nos hôpitaux, mais indiquée longtemps auparavant par Agricola pour les mines. En 1749, Sutton, contemporain et rival de Hales, avait proposé aux lords de l'amirauté un moyen économique de ventiler les navires. Il consistait à utiliser la chaleur des foyers des cuisines, sous lesquels il faisait arriver l'air vicié des cales pour alimenter la combustion. La figure 287 indique deux tubes allant puiser l'air vicié au fond des navires et l'amenant pour alimenter les foyers, dont les portes ordinaires étaient hermétiquement fermées. En étudiant l'assainissement des usines insalubres, nous verrons que le même moyen

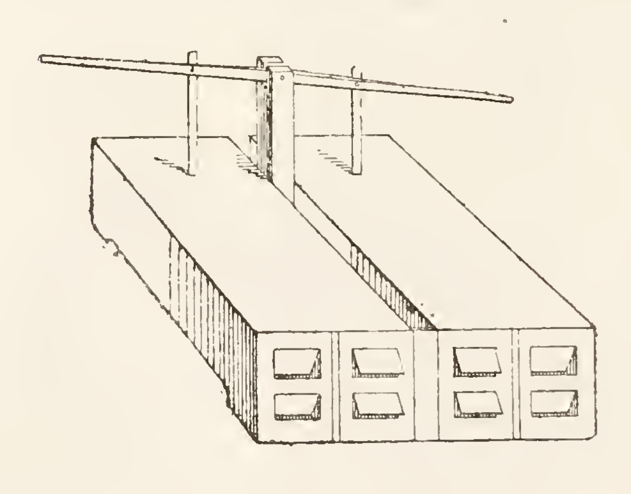


Fig. 286.

est employé de nos jours pour diriger vers les foyers toutes les émanations des chaudières.

A la même époque, Duhamel proposait à l'Académie des sciences divers moyens de ventilation, tous fort ingénieux et résumant un grand nombre d'inventions soi-disant modernes. Ainsi, dans son mémoire en date du 29 mars 1748, il rappelle que « certaines opérations de chirurgie ne réussissent jamais à l'Hôtel-Dieu, bien que les chirurgiens qui les font soient très-habiles et très-exercés. » Nous sommes en 1873 et les choses sont exactement comme en 1748. C'est pourquoi il proposa de faire percer au plafond des salles, des hottes pyramidales surmontées de cheminées chauffées par des poêles, figure 288, et il fit fort justement observer que ces poêles devaient être allumés surtout en été où la ventilation est le plus nécessaire et où la différence de densité de l'air extérieur et intérieur est moindre. Il insista sur la nécessité de percer des fenêtres à la partie supérieure des murs pour faciliter la sortie de l'air vicié, et il conseilla en outre de placer dans les salles de malades des cheminées ventilatrices à foyer et à prise d'air extérieur comme celle de Gauger. N'est-ce pas là encore un des meilleurs moyens qu'on puisse employer? Duhamel indiqua en même temps pour les fosses d'aisance, pour les trous à fumier, etc., des dispositions toutes usitées de nos jours. La figure 289 montre le moyen qu'il proposa pour désinfecter les cales des vaisseaux, moyen qui a beaucoup de rapport avec celui de Sutton et qu'il est malheureux de ne pas voir employer plus souvent pour assainir nos cabines de bateaux à vapeur. Des tubes partant des dif-

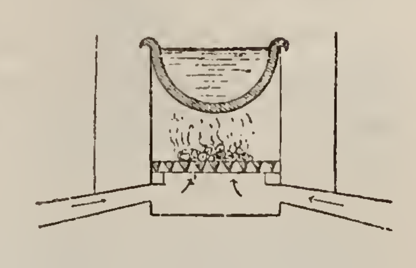


Fig. 287.

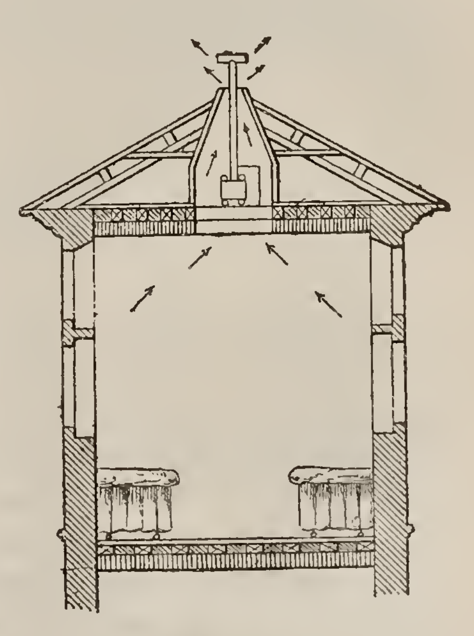


Fig. 288.

férentes parties du navire devraient aboutir sous les fourneaux de cuisine presque constamment allumés et produiraient un appel gratuit de l'air vicié.

Quelques années après Duhamel, Genneté, faisant ressortir les inconvénients des moteurs mécaniques de ses devanciers, expose tout d'une pièce l'application aux hôpitaux de la ventilation par appel qu'il avait observée à Liége dans les mines, où on la pratiquait depuis des siècles. La figure 290, tirée de son ouvrage, en date de 1767, indique

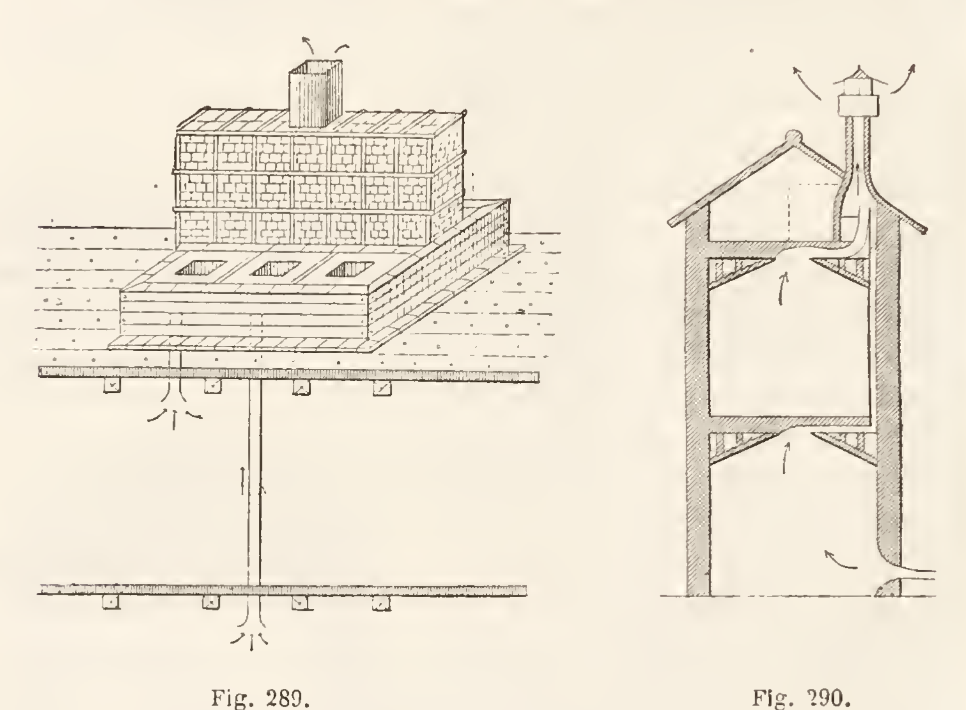


Fig. 289. Fig. 290.

presque tous les progrès modernes. Il conseille : 1° un foyer extérieur pour l'introduction de l'air pur préalablement chauffé en hiver; 2° la pente à donner au plafond pour faciliter la sortie de l'air vicié par un tuyau central; 3° des gaînes séparées pour chaque étage; 4° un foyer d'appel placé dans les combles, où il indique clairement tous les moyens usités aujourd'hui, y compris la prise d'air sur les toits quand on a à craindre les émanations du sol. En 1776, on voit appliquer, en Angleterre, le ventilateur à soufflet (fig. 291), mû par un balancier et décrit dans le supplément de l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert.

Depuis les essais ci-dessus, rien ne fut proposé jusqu'à Rumfort qui s'occupa surtout du perfectionnement à apporter au chauffage

domestique. Néanmoins, il proposa un moyen employé depuis, dans quelques hôpitaux et dans certaines constructions à Paris. Il consistait à établir dans une habitation un large tuyau unitaire ouvert sur le toit et servant à alimenter des ventouses à chaque étage. Il oubliait que la ventilation par cette voie ne pourrait fonctionner que si les foyers des pièces étaient allumés et si les autres ouvertures étaient parfaitement closes.

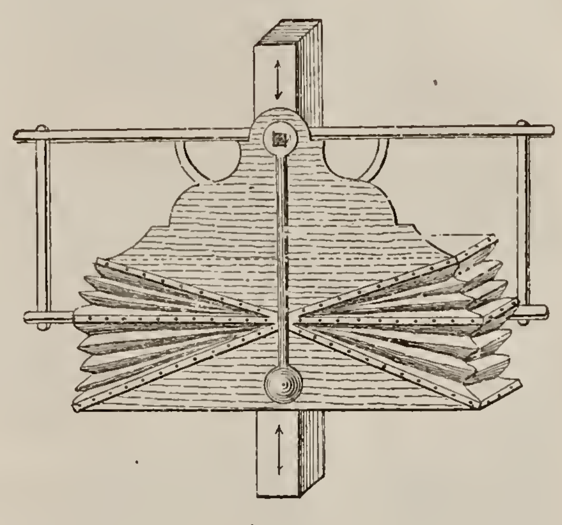


Fig. 291.

Au commencement de ce siècle, un de nos compatriotes, le marquis de Chabannes, émigré à Londres, y introduisit et y préconisa le chauffage à l'eau et à la vapeur, qui depuis ce moment y ont pris une extension considérable. Il inventa et perfectionna une foule de moyens ingénieux de ventilation, qui, suivant l'habitude, ont repassé le détroit comme inventions anglaises.

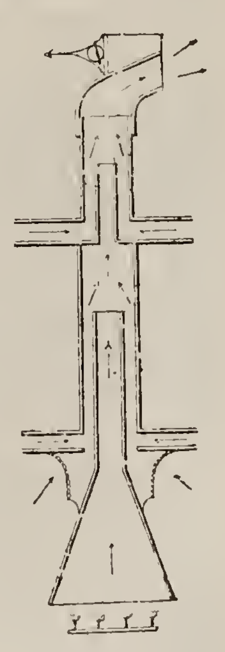


Fig. 292.

La figure 292 indique ce qu'il employait pour la ventilation des théâtres par la chaleur du lustre : c'est la disposition des « Sun Burners » si usités aujourd'hui en Angleterre pour éclairer et ventiler les lieux publics.

Une application importante de chauffage et de ventilation par la vapeur fut faite par lui à la Chambre des communes. L'air chauffé en sous-sol, en passant à travers des serpentins, arrivait sous les siéges et sortait par des trous ménagés dans les plafonds sous l'appel d'autres serpentins. Ces différentes gaînes se réunissaient dans un conduit unique de quatre pieds de diamètre surmonté d'une vaste gueule de loup; le même système fut appliqué au théâtre de Covent-Garden.

Après lui, en 1811, on fit appel aux lumières de sir Humphrey Davy pour ventiler la Chambre des lords. Ici, l'air neuf arrivait par des trous nombreux percés dans le plancher et se divisait à travers les tapis. L'extraction se faisait par le plafond sous l'appel de tubes chauffés. Mais leur diamètre trop petit fit encore échouer ce nouvel essai.

En France paraît à cette époque notre illustre d'Arcet, qui applique sa science à l'assainissement des théâtres, des magnaneries et des ateliers. Nous aurons occasion de reparler de ses nombreux travaux en étudiant les progrès modernes dans chacune de nos constructions où notre compatriote a apporté les lumières de la science la plus avancée : malheureusement, il ne conseillait encore que la ventilation naturelle, c'est-à-dire, de bas en haut et nous verrons qu'elle n'est pas la meilleure dans tous les cas.

Vers 1834, le docteur D. Boswell Reid, professeur de physique à Édimbourg, fut appelé à Londres pour chauffer et ventiler les nouvelles chambres du Parlement. A cette occasion, il fit faire un pas considérable à la question et les dispositions qu'il parvint à faire adopter furent faites sur une échelle inconnue jusqu'alors. Ainsi, l'air, avant d'entrer dans les salles d'assemblée, était d'abord purifié à travers une toile de 12 mètres de long sur 6 mètres de haut, pour intercepter les poussières de l'atmosphère : en hiver, cet air était chauffé en passant à travers des tubes d'eau chaude : en été, il traversait une abondante pluie pour se rafraîchir. Enfin, des chambres de mélange furent ajoutées pour modifier à volonté la température. Malheureusement pour le docteur Reid, il dut combiner ses plans avec ceux de l'architecte du Parlement, sir Ch. Barry, et l'on vit surgir les mêmes difficultés que celles dont nous avons été témoins à Paris, lors de la construction des nouveaux théâtres. Le docteur Reid, obligé de céder la place, partit pour New-York et fut remplacé par M. Gurney.

Depuis ce moment, et surtout à partir de 1842, un grand nombre de savants et d'ingénieurs ont successivement appliqué leurs systèmes aux prisons, aux hôpitaux, aux théâtres, et finalement aux salles de l'Exposition universelle de 1867. En Allemagne, en Russie, à Genève, aux États-Unis, partout l'essor est donné à la science nouvelle. La Société centrale des architectes en a fait en 1869, à Paris, le sujet de conférences intéressantes. Espérons que le progrès dans l'aération de nos habitations suivra celui des autres parties de la construction, et

que l'architecte, homme universel, complétera son instruction par des connaissances plus étendues en physique et en hygiène. Quant à appliquer la ventilation à nos habitations privées, le mot n'est même pas mentionné dans les ouvrages d'architecture, ce qui prouve à quel point la chose préoccupe peu les ingénieurs et les savants que cela concerne. Du reste, il faut le dire, il n'y a pas longtemps que la satisfaction de ce besoin impérieux d'air pur dans les grandes réunions d'hommes a été l'objet de l'étude des constructeurs. La composition intime de l'air, son influence réelle sur la santé, il y a à peine trois quarts de siècle qu'on les connaît et qu'on s'en préoccupe un peu sérieusement; une des grandes erreurs, encore trop répandues, consiste à ne considérer l'air que sous le rapport de sa température et non pas sous celui de sa composition : l'influence de son état électrique, le rôle qu'y jouent l'ozone et les miasmes invisibles qu'il renferme, il y a à peine quelques années que les savants nous ont éclairés à leur égard, et si l'on est loin de connaître les profondeurs de l'océan liquide qui couvre les deux tiers du globe, on est aussi loin encore de savoir tout ce que renferme cet océan gazeux dans lequel nous nous mouvons.

DES CAUSES DE VICIATION DE L'AIR.

Jusqu'à présent, nous connaissons de l'atmosphère ses éléments gazeux permanents : oxygène, azote, acide carbonique, vapeur d'eau; nous connaissons, moins bien déjà, sinon dans leur composition, du moins dans leur proportion, les éléments gazeux accidentels, ozone, composés ammoniacaux et nitreux, mais nous ignorons presque complétement les populations infinies, incommensurables, d'origine organique qui peuplent les airs, et même les matières minérales charriées par les vents. Si un rayon de soleil passe à travers une chambre obscure, il nous révèle des milliards d'atomes dont nos sens imparfaits ne nous donnent aucune idée. Que l'on analyse l'air des villes ou bien celui des campagnes, on y verra en suspension des poussières de nature diverse, enlevées non-seulement au sol et aux plantes, mais encore à la surface des mers, et que les vents transportent à de grandes distances. Ces myriades de germes microscopiques jouent dans le monde organisé un rôle immense : ce sont des agents de corruption, des ouvriers sinistres de la maladie, épiant sans cesse l'occa-

sion de s'insinuer dans l'organisme, pour y provoquer des désordres plus ou moins graves. Quand le principe de vie est le plus fort, on leur échappe, mais rien ne saurait leur disputer nos dépouilles, car la mort est leur laboratoire de prédilection : c'est là que ces germes infimes accomplissent leur œuvre dans le grand drame du renouvellement de la vie à la surface du globe. Ils désorganisent les tissus sous l'influence de la chaleur et de l'humidité, pénètrent dans les vaisseaux, envahissent le sang et font rentrer nos éléments dans l'immense réservoir d'où doit sortir une vie nouvelle, confirmant ainsi la phrase de l'Écriture : « *Et tu pulvis es et in pulverem reverteris.* » Pour s'opposer à ces décompositions, il n'y a qu'un moyen : supprimer l'accès de l'air, c'est-à-dire des germes aériens, ou bien soumettre les corps à l'action du froid, ou enfin les imprimer de sels antiseptiques, comme l'acide phénique et les sulfites alcalins. De ces faits, il est facile de tirer des conséquences en ce qui concerne nos études spéciales.

En effet, si l'on observe un homme adulte, respirant avec calme, on verra que l'acte respiratoire se répétera treize à quinze fois par minute. A chaque inspiration, l'homme absorbe à peu près un demi-litre d'air et en expulse ensuite à peu près le même volume. L'air expiré diffère de l'air inspiré : quelle que soit la température extérieure, la sienne est presque aussi élevée que celle du sang, soit $+$ 37 à 38°. Il ne faut donc pas s'étonner que plusieurs personnes enfermées dans une même pièce élèvent la température de l'appartement. Chacune d'elles y verse quinze fois par minute un demi-litre d'air chauffé à 38°. Quelque sec que soit l'air extérieur, l'air expiré est toujours saturé de vapeurs d'eau ; il a gagné 5 p. 100 d'acide carbonique et perdu 5 p. 100 d'oxygène. On calcule que 100 à 110 mètres cubes d'air passent ainsi en vingt-quatre heures à travers nos poumons. Si un homme est enfermé dans une chambre close ayant la forme d'un cube de 2 mètres de côté, chaque particule d'air de cette chambre aura passé par ses poumons dans l'espace de vingt-quatre heures, et le quart de l'oxygène qu'il contenait aura été remplacé par de l'acide carbonique qu'on pourrait représenter assez nettement par un morceau de charbon pur pesant 250 grammes. La quantité d'eau qui sort des poumons varie beaucoup dans les vingt-quatre heures, suivant les saisons et les individus ; elle peut descendre au-dessous de 300 grammes ou aller jusqu'au double et même au triple de ce chiffre.

On attribue souvent à l'acide carbonique une influence imaginaire : jamais sa quantité ne s'élève au point de causer des dangers d'asphyxie, à moins qu'il n'y ait production anormale, comme dans l'emploi des braseros. La véritable cause des accidents attribués à l'air confiné consiste dans les miasmes provenant des diverses sécrétions de l'homme et tenues en suspension dans l'air. Qu'on entre le matin dans un hôpital, la salle consacrée aux varioleux n'aura pas la même odeur que celle des femmes en couches ou des opérés. Si l'on pénètre le matin dans les différentes chambres d'une même famille, avant l'ouverture des fenêtres, on distinguera pour chaque personne une émanation différente, et cela par le moyen élémentaire que les Anglais appellent le « Nose test. » C'est cette émanation particulière qui est une merveilleuse preuve de la divisibilité infinie de la matière et qui sert aux chiens à suivre de très-loin la piste de leurs maîtres. L'étude de ces questions présente donc un intérêt de premier ordre, et l'on ne saurait en exagérer l'importance pour le choix d'une habitation.

A ces causes de viciation de l'air, il faut en joindre une foule d'autres :

1° La combustion des gaz d'éclairage, qui, nous le verrons plus loin, peut trouver son remède en elle-même, puisqu'elle développe en même temps une force qu'on peut utiliser pour la ventilation;

2° Les émanations des fosses d'aisances fixes qui, dans une grande ville comme Paris, s'élèvent au nombre formidable de cinquante à soixante mille;

3° La fermentation des matières végétales dans les marchés, dans les ruisseaux, les joints des pavés, etc.;

4° Les hôpitaux, séjour de la fièvre et des miasmes de tout genre : aussi faut-il éviter leur voisinage, aussi bien que celui des casernes, presque toujours mal tenues;

5° Les deux cent mille foyers allumés dans les soixante-huit mille maisons de Paris et dégageant des fumées plus ou moins malsaines;

6° Les établissements industriels de toute nature et les dépotoirs qui nous envoient au loin portées par le vent les odeurs qu'ils dégagent, etc , etc.

On voit par là l'importance du choix d'une habitation pour l'éloigner le plus possible des agglomérations humaines et industrielles et la faire profiter des vents dominants.

On se fait difficilement une idée de l'infection que produisent dans l'air la respiration et la transpiration d'un certain nombre de personnes réunies dans une enceinte close. Pour cela, on n'a qu'à respirer l'air sortant des cintres d'un théâtre : on y courrait le risque d'être asphyxié, si l'on ne prenait des précautions pour se retirer à temps.

Il y a une légion de maladies auxquelles les médecins se sont plu à donner des noms différents suivant qu'elles attaquent des hommes ou des animaux. Ces maladies, qui ont toutes leur période d'incubation, sont dues, pour l'hygiéniste, à une seule et même cause, à l'encombrement et à ses suites, c'est-à-dire ces ennemis terribles et insaisissables, agissant dans l'ombre et qui sont amenés par la fermentation sous l'influence de la chaleur et de l'humidité : citons la peste, la fièvre jaune, le choléra, le typhus, chez l'homme; la peste bovine chez les bestiaux; dans les vers à soie, la muscardine, la pébrine, les morts-flats, etc. A Dieu ne plaise que j'empiète ici sur le domaine du médecin, mais il me sera permis de dire que le même moyen de prévention et de traitement est employé dans tous les cas, c'est-à-dire, une ventilation convenable, qui diminue la contagion aussi bien dans les hôpitaux que dans les magnaneries, les casernes ou les étables.

Il y a divers moyens de s'assurer de la pureté de l'air : qu'on porte, par exemple, dans un lieu public une carafe glacée : sa surface se couvrira de gouttelettes de vapeur condensée qu'on recueillera dans une assiette ou une petite bouteille; qu'on l'expose à une température de 30 à 40 degrés, et la fermentation putride sera immédiate. La lumière est un deuxième et admirable moyen de juger de l'air qui nous environne. S'il ne contient aucune molécule en suspension, il est noir comme l'atmosphère qui nous sépare des mondes voisins. S'il est impur, on y distinguera facilement des milliers d'atomes en mouvement et réfléchissant la lumière. On est alors étonné de la quantité infinie d'impuretés que nos poumons sont chargés de filtrer dans l'acte de la respiration. On a évalué à plus de cent millions les spores ou germes de nature diverse qui passent journellement dans nos bronches. Qu'on juge de l'influence d'un air impur sur la santé!

VENTILATION DES HÔPITAUX.

Les premiers besoins que la science ait dû satisfaire ont été nécessairement les lieux confinés profondément, comme les mines, puis les intérieurs de navires, les prisons, les casernes, et enfin les hôpitaux, où des masses de chair humaine en décomposition plus ou moins avancée, empoisonnent l'atmosphère à un point tel que, quand on lit les discussions de la Société de médecine et de chirurgie de Paris sur l'hygiène des hôpitaux, à l'occasion de la réédification de l'Hôtel-Dieu, on se demande, si, de tous les besoins des malades, avant le repos, avant les médicaments, avant le médecin même, le premier besoin n'est pas le renouvellement de l'air.

En ce qui concerne nos modestes habitations, la ventilation, sans avoir moins d'importance, n'a pas cependant les mêmes exigences, sauf la nuit, où nous sommes forcés de respirer plusieurs fois nos propres émanations, par suite des dispositions vicieuses de nos chambres. Pour les hôpitaux, la question est bien autrement importante; d'abord, les causes de viciation de l'air sont plus nombreuses; ensuite, semblable à la plante qui doit chercher la vie où elle se trouve et n'a pas de moyens de locomotion, le malade est généralement immobile et n'a pas, comme l'homme sain, l'avantage de pouvoir changer à sa volonté l'atmosphère qui l'entoure. Chez lui aussi, les émanations sont plus abondantes et plus viciées; elles sont respirées par des organismes moins aptes à réagir contre des influences morbides : enfin, ces miasmes ont une puissance de diffusion et de vitalité telle qu'on ne peut les comparer qu'à celles de certaines odeurs qui se répandent et pénètrent partout avec une intensité extrême : c'est ce qui me fait croire que, dans la plupart des cas, la ventilation artificielle, d'ailleurs si savante, de nos hôpitaux n'a pas été suffisante.

Comment se fait-il que pendant si longtemps l'attention des administrations publiques n'ait pas été appelée sur cette question si grave de renouvellement de l'air ? Comment s'expliquer que presque toutes nos salles de réunion soient, encore à l'heure qu'il est, un lieu de souffrance et de malaise pour la grande majorité des personnes présentes? Tout le monde sait cependant, depuis longtemps, que, dès qu'un certain nombre d'hommes sont réunis dans un espace clos, on

éprouve au bout d'un certain temps un malaise particulier qui nécessite le renouvellement de l'air respirable : ce malaise s'explique facilement par la modification de la température, par le changement de l'humidité de l'air, et ces deux causes agissent à un tel point dans les salles de bal, par exemple, que l'eau provenant de la transpiration et de la respiration ruisselle quelquefois sur les vitres et même le long des murailles. Mais il y a d'autres causes invisibles, cent fois plus dangereuses, ce sont les animalcules vivants existant dans l'air, s'y multipliant, s'y décomposant, sous l'influence de la chaleur et de l'humidité, et produisant, surtout dans les réunions de malades, les complications les plus graves. Si l'on ajoute à ces causes de viciation de l'air dans les hôpitaux les gaz de la combustion, le sang des plaies, les matières expectorées, les émanations des linges mouillés, etc., etc , on comprendra l'aggravation de quelques maladies, la longueur des convalescences, le peu de réussite de certaines opérations, la mortalité terrible qui frappe les femmes en couche, et on comprendra aussi pourquoi, dans les hôpitaux militaires improvisés et encombrés après une bataille, certaines maladies prennent un caractère si alarmant. De là ces études sérieuses, ces dépenses considérables que l'administration s'est imposées pour obtenir des solutions certaines pour la construction des asiles de la maladie.

Il ne suffit pas de placer des malades dans de grandes masses d'air, il faut encore que cet air soit renouvelé fréquemment, sans quoi, au bout de très-peu de temps, l'infection purulente, la pourriture d'hôpital, les érysipèles, etc., nous enseignent que les casernes, les églises, les couvents transformés en hôpitaux sont loin de valoir des salles petites, mais séparées et bien aérées; en un mot, l'air et l'espace, voilà les premières conditions de la guérison.

L'insalubrité des grands hôpitaux, même les mieux pourvus d'appareils perfectionnés de ventilation, s'explique par ce fait, qu'en recueillant la poussière des murs et en l'examinant au microscope, on y découvre plus de 40 °/₀ de matières organiques. Aussi l'air pur à fournir aux malades doit-il être la principale préoccupation du médecin et surtout du chirurgien, dont les ennemis infatigables sont ces matières virulentes et miasmatiques, d'autant plus dangereuses qu'elles sont invisibles et qu'elles s'attachent aux murailles, pénètrent dans les fentes des planchers, se cachent dans les rideaux ou la literie, comme la punaise, et déterminent en peu de jours des infections

qui ont des manifestations diverses, mais qui ont toutes la même cause.

Les ingénieurs, armés de leurs équations et de leurs formules algébriques, ont calculé la vitesse de l'air, discuté la supériorité de la pulsion sur l'appel, la dimension des gaînes et ont posé des règles mathématiques hérissées de chiffres. Tout cet échafaudage de calculs qui remplit les livres spéciaux tombe devant une observation bien simple, c'est que, au bout de quelques jours, il n'y a pas de ventilation qui puisse détruire et empêcher cette vitalité et cette reproduction insaisissable des germes morbides. On n'y arrive souvent d'une manière complète que par l'évacuation des salles et l'emploi de désinfectants énergiques, plusieurs fois répétés, par le deuto-chlorure d'étain ou des dégagements abondants de chlore gazeux produit par le bi-oxyde de manganèse et l'acide chlorhydrique. Encore, faut-il y joindre une désinfection locale en faisant sur les plaies des lotions d'alcool phéniqué. Et quand tout cela ne suffit pas, il n'y a plus qu'un remède : le feu.

De ces faits, on a tiré cette conséquence que la mortalité, dans un hôpital, croît souvent en raison de son ancienneté, et l'hygiéniste, mettant en première ligne le salut des malades, en est venu à se demander s'il n'y aurait pas lieu d'employer des mesures radicales, c'est-à-dire, la suppression des anciens établissements hospitaliers et leur remplacement par des constructions légères, brûlées et renouvelées tous les dix ans.

En attendant, pour renouveler l'air des hôpitaux, plusieurs systèmes ont été mis en présence : la ventilation par appel et la ventilation par pulsion ont donné lieu à de nombreux débats que l'on trouvera dans les ouvrages spéciaux; en résumé, chacun de ces systèmes a ses qualités et par conséquent ses applications, suivant les cas. Une grande vérité est sortie de tous ces débats, c'est que parmi les causes les plus efficaces de rétablissement d'un malade figure le renouvellement de l'air : le système le meilleur d'aération est évidemment celui qui résoudra le problème le plus complétement, le plus largement et le plus économiquement possible, qu'il provienne de l'appel ou de la pulsion de l'air nouveau, peu importe; c'est là une des grandes conquêtes de la science moderne et l'une des gloires de l'administration qui, il y a vingt ans environ, a soulevé cet important problème.

Certains animaux nous avaient devancés dans l'art de ventiler nos

habitations ; en effet, si l'on examine la forme d'une ruche d'abeilles, on voit qu'elle se compose d'un cylindre terminé en forme de dôme, renfermant des milliers d'animaux pleins de vie et d'activité; et, cependant, ce cylindre est muni par le bas d'une seule ouverture servant à la fois à l'entrée et à la sortie. Comment ventiler un tel appareil, y maintenir une température convenable et assurer à chaque habitant l'air qui lui est nécessaire? C'est cependant ce qui a lieu au moyen d'escouades d'abeilles se renouvelant de temps à autre près du trou d'entrée et produisant par leurs ailes une agitation et une aération telle que des observations attentives font distinctement apercevoir un double courant destiné évidemment à assainir la ruche.

Ce que font les abeilles depuis un temps immémorial, nous l'avons enfin essayé sérieusement ici, et l'administration a posé le problème à nos ingénieurs pour la première fois, en 1847, lors de la construction de l'hôpital Lariboisière, bien que cette question ait été depuis longtemps déjà l'objet de travaux importants à Paris et dans les pays voisins. Pour les salles de malades, la ventilation naturelle, c'est-à-dire celle qui s'opère par la différence de densité de l'air intérieur et extérieur, ou par l'action des vents, ne suffit pas, quoi qu'on en dise, surtout en été, où elle est le plus nécessaire; il faudra toujours, dans les climats variables comme le nôtre, avoir recours à des moyens artificiels de pulsion ou d'appel en combinant à la fois la ventilation et le chauffage. Jusqu'à présent, dans nos grands établissements, le système qui semble réunir le plus de suffrages consiste à établir dans les caves un calorifère à eau chaude avec tuyau montant directement à la chambre d'appel dans les combles pour se déverser ensuite dans les divers étages, où les tuyaux circulant dans des gaînes, en cas de fuite, vont alimenter des poêles formés de tuyaux multiples pour augmenter la surface de chauffe et retourner ensuite au point de départ. Il n'est pas inutile de remarquer qu'une ventilation d'hôpital a des exigences complétement différentes des autres agglomérations d'hommes. Ici, les causes de viciation de l'air sont bien autrement sérieuses; la ventilation doit non-seulement porter sur toutes les parties de la salle, haut et bas, mais il faut encore faire en sorte que les miasmes dégagés par chaque malade ne viennent pas infecter le malade voisin, c'est-à-dire, que chaque personne soit soustraite à l'influence de ses propres émanations et à l'influence morbide des émanations des autres malades. C'est ce qui a fait proposer, aux

États-Unis, la disposition de la figure 275, où le malade reçoit par une boîte à grillage allongée et à faible vitesse l'air chaud ou frais injecté à hauteur du visage et appelé en contre-bas du lit par des gaînes spéciales. La réédification de l'Hôtel-Dieu de Paris a donné lieu à des conflits d'opinions et à des débats des plus instructifs qui n'ont pas de précédents dans la science : la question a pris des proportions et un intérêt immenses au point de vue humanitaire, médical et financier ; il en résultera pour l'avenir un bien infini.

Aux États-Unis, où tout était à créer et où la dernière guerre a obligé de construire des hôpitaux immenses réunissant quelquefois jusqu'à cinq mille malades, on n'avait pas oublié le rapport du docteur Baudens sur la guerre de Crimée, et on agit sur ce principe que, dans les guerres, on perd dix fois moins d'hommes par le feu de l'ennemi que par l'air vicié des camps et des hôpitaux. On y a adopté pour l'hiver la disposition indiquée (fig. 293) qui ressemble beaucoup

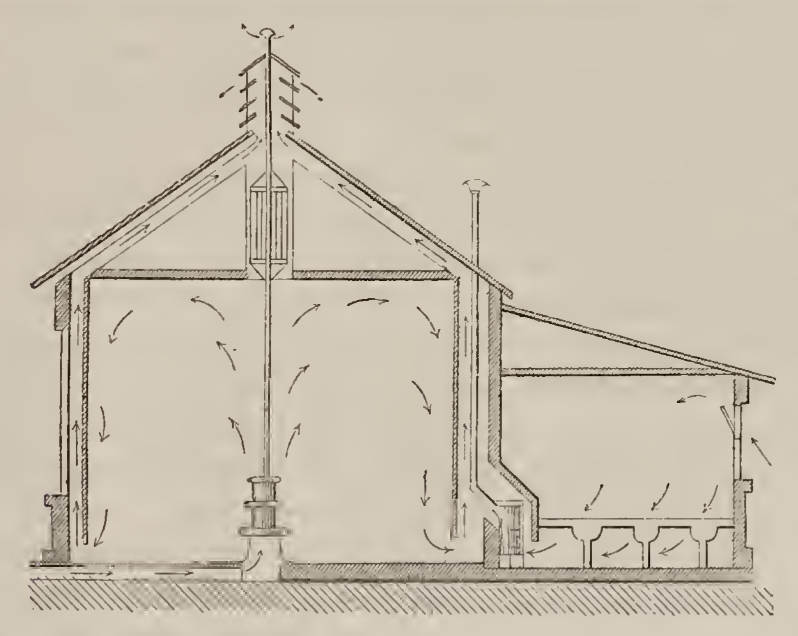


Fig. 293.

à celle que l'on trouve appliquée dans plusieurs établissements d'Europe. L'air extérieur chauffé par un poêle montait au plafond et redescendait sous l'appel des tuyaux de fumée multipliés dans le comble. Au besoin, un poêle de renfort faisait appel en contre-bas aux émanations des cabinets et activait la ventilation des salles elles-mêmes. Pour l'été, on se bornait à donner librement accès à l'air par

les planchers et à le laisser sortir par de larges issues ménagées dans les plafonds. Notons que les salles n'avaient qu'un étage.

Si, maintenant, nous comparons la ventilation de nos hôpitaux avec celle des hôpitaux anglais, nous verrons que les deux pays diffèrent complétement dans les systèmes que leurs administrations ont adoptés. De l'autre côté du détroit, la ventilation naturelle est seule en honneur, les portes et les fenêtres, tout est ouvert, et l'air se joue librement autour du lit des malades, quelles que soient la nature de la maladie et la température extérieure. Le médecin anglais prétend que, malgré tous ses inconvénients, la ventilation naturelle tue moins de malades que la ventilation artificielle, qu'il croit insuffisante dans nos hôpitaux. Ici, au contraire, l'administration fait les plus louables efforts pour alimenter nos salles par un air pur, mais d'une température égale, été comme hiver, dans la proportion de 50 à 100 mètres cubes par lit et par heure, suivant les cas; les moyens employés seront bien perfectionnés, quand on pourra brûler sur des grilles à feu nu tous les miasmes provenant des cheminées d'évacuation pour les empêcher d'aller au loin infester l'atmosphère et quelquefois revenir sur l'hôpital lui-même.

Sur les résultats pratiques obtenus jusqu'ici en France ou en Angleterre, il y a division parmi les hommes de science : les uns prétendent que, malgré les moyens dispendieux employés jusqu'à ce jour, on perd autant de malades dans les hôpitaux ventilés par les procédés modernes que dans les anciens établissements pourvus des anciens systèmes. En Angleterre, où le thermomètre descend rarement au-dessous de zéro, il est possible qu'une aération naturelle abondante fasse moins de victimes qu'à Paris où la température, inconstante, variable, est quelquefois très-basse en hiver. Mais il me semble difficile d'admettre que, dans certaines maladies inflammatoires, une température douce et égale ne soit pas préférable aux moyens anglais : ces moyens, sans doute, sont simples, économiques, et dans les salles de chirurgie surtout, ils peuvent convenir; mais rien ne prouve qu'ils ne causent pas des péripneumonies nombreuses et que, dans des fièvres éruptives, ils n'entraînent pas des accidents graves. D'ailleurs, ces moyens sont irréguliers, ils dépendent des conditions atmosphériques, ils sont insuffisants dans les temps lourds et humides, c'est-à-dire, dans les moments où la ventilation est le plus nécessaire. Dans tous les cas, ce sera un grand honneur pour l'administration

actuelle d'avoir appelé l'attention publique sur un sujet si grave et facilité des expériences qui conduiront inévitablement un jour au progrès de la science et par conséquent au profit de l'humanité souffrante.

Lorsqu'on aura à fonder des établissements nouveaux, avant tout, il faudra songer que les hôpitaux ne doivent pas être des *monuments*, dans l'acception de ce mot, mais des *abris*, ayant un caractère temporaire et utilitaire avant tout. Leur aspect, leur valeur artistique e architecturale doit passer après leur destination, qui est, avant tout,t de guérir les malades. Les lois de l'hygiène devront donc primer celles de l'art; c'est le contraire qu'on fait actuellement. Cela posé, il ne faut pas oublier que toutes choses égales d'ailleurs, un hôpital est d'autant plus malsain qu'il est plus grand, en d'autres termes, la mortalité est en raison directe du nombre des malades accumulés sur un point. Le siége de Paris l'a démontré jusqu'à l'évidence, puisque, pour les maladies chirurgicales surtout, lorsqu'on a été forcé de réunir un grand nombre de blessés, les tentes et les baraques ouvertes ont donné les résultats les plus favorables.

En principe général, on est unanime pour adopter le système d'isolement des malades, auxquels on assure ainsi plus facilement les bienfaits d'un air pur. Mais ici, pas plus qu'en toutes choses, il ne faut pas aller aux extrêmes. Au point de vue moral et hygiénique, on doit toujours tendre au système d'assistance à domicile; les liens de famille y trouvent leur compte et la salubrité aussi. On sait que sur les accouchements faits en ville, chez les pauvres, par les sages-femmes ou dans les maternités, il y a une différence énorme pour la mortalité. Mais, quoi qu'on fasse, dans les grandes villes il y aura toujours une population flottante, plus ou moins pauvre, fort mal logée chez elle pour y recevoir des secours. A celle-là, il faudra toujours des hôpitaux, des asiles, des maisons de santé, quel que soit le nom qu'on leur donne.

Cela dit, quelles sont les meilleures conditions de ventilation et de chauffage à adopter pour ces asiles?

Si l'on dispose de moyens suffisants, une machine à vapeur donnant en même temps la force aux ascenseurs, de l'eau chaude aux salles de bains et aux buanderies, fera mouvoir un ventilateur comme ceux des fabriques et sera combiné avec l'appel produit par les fumées dans une cheminée centrale. Si l'on a à construire un hôpital

19

modeste, deux foyers rayonnants aux extrémités de chaque salle et l'appel par quelques tuyaux d'eau chaude et de fumée suffiront dans la plupart des cas.

Nous donnerons plus loin l'exemple d'un chauffage et d'une ventilation ordinaires convenables à d'anciens bâtiments.

Si nous appliquons les principes qui précèdent à l'examen du nouvel Hôtel-Dieu de Paris, nous y remarquerons des progrès non encore réalisés ailleurs. Ainsi, en plaçant les salles du rez-de-chaussée à 1^{m},30 du sol et en ménageant au-dessous des pièces spacieuses, bien aérées et bien éclairées, destinées aux services spéciaux de l'administration et reliées entre elles par des chemins de fer, on augmentera l'étendue des jardins et des promenades destinées aux convalescen La forme arrondie des angles des plafonds empêchera l'air vicié d'y séjourner, surtout en multipliant les bouches d'évacuation dans les angles ordinairement fatals aux malades. La ventilation par pulsion combinée avec l'appel permet de proportionner l'arrivée de l'air neuf aux besoins des salles suivant les saisons; et cela indépendamment de la ventilation naturelle par les fenêtres. Les trémies permettront de précipiter immédiatement en sous-sol et de désinfecter les pièces de pansement; enfin, des monte-charges perfectionnés feront participer les étages supérieurs aux avantages des étages du rez-de-chaussée. Voilà pour les progrès réalisés.

Mais que dire de la dépense d'abord? Le seul logement d'un malade coûtera près de 6000 francs! Il en coûterait moins de donner à chacun un appartement séparé et l'on éviterait de créer des amas de miasmes d'autant plus dangereux que la mortalité croît en raison directe de l'encombrement. Pourquoi une cour centrale, foyer permanent de miasmes, jamais ventilée complétement? Pourquoi aussi ces pavillons parallèles hauts de 26 mètres et inaccessibles pour la plupart aux rayons solaires qui jouent un rôle si important dans la purification de l'atmosphère? Ne sait-on pas que les horticulteurs, quand ils veulent protéger leurs arbres contre l'intempérie des saisons, les disposent en espaliers contre des murs rapprochés et formant paravent? Eh bien, ce qu'ils obtiennent ainsi est précisément le contraire de ce qu'on doit rechercher dans les hôpitaux, dont les murs doivent être continuellement balayés par les vents bienfaisants, purificateurs par excellence. Ce qu'il faut aussi prévoir dans une construction hospitalière, c'est un bâtiment destiné seulement à fournir des salles de re-

change. Quand une salle de malades a servi un certain temps, ses parquets, ses meubles, ses murs, sont imprégnés de miasmes morbides qui exigent non-seulement qu'on gratte, lessive et repeigne les murs et parquets, mais aussi qu'on laisse les salles ouvertes nuit et jour pendant plusieurs semaines. En somme, l'Hôtel-Dieu de Paris, œuvre combinée de la science médicale la plus éclairée et d'une administration fastueuse, sera comme les objets à deux fins, qui ne remplissent aucun but d'une manière complète et ne satisfont personne.

Un grand nombre d'hôpitaux placés dans d'anciens bâtiments pour divers motifs de convenance et d'économie, exigent, comme les constructions nouvelles, des conditions de salubrité souvent difficiles à installer, quand elles n'ont pas été prévues dès l'abord. Prenons pour exemple une coupe, fig. 294, et un plan des caves fig. 295 et d'une salle, fig. 296, placées dans des conditions semblables et voyons le

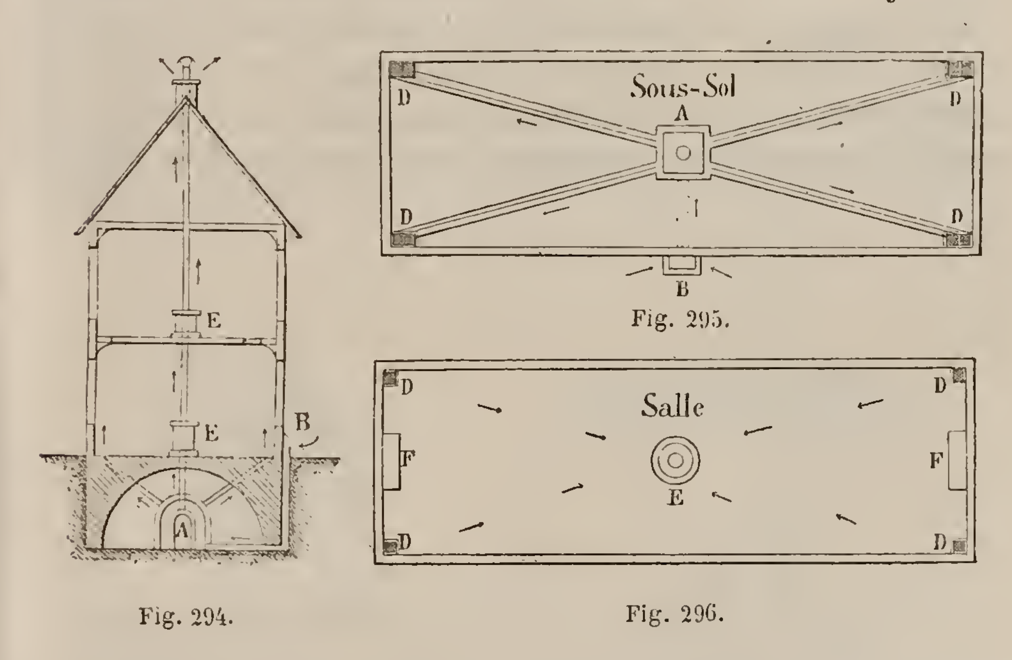


Fig. 295.

Fig. 294.

Fig. 296.

parti qu'on peut en tirer. Les mêmes principes pourront, en se modifiant, suivant les lieux et les circonstances, s'appliquer à tous les autres établissements.

On suppose, comme dans le corps humain, un calorifère central A, fig. 295 et 297, recevant l'air pur d'un jardin ou de tout autre lieu convenable, à travers des grilles B, qui empêchent l'accès des corps étrangers ; il sera muni dans les caves d'une double enveloppe C pour éviter toute déperdition de chaleur. Cette double enveloppe donnera

accès par le bas à l'air extérieur et on règlera son passage d'air par une clef pour qu'elle puisse servir au besoin de chambre de mélange.

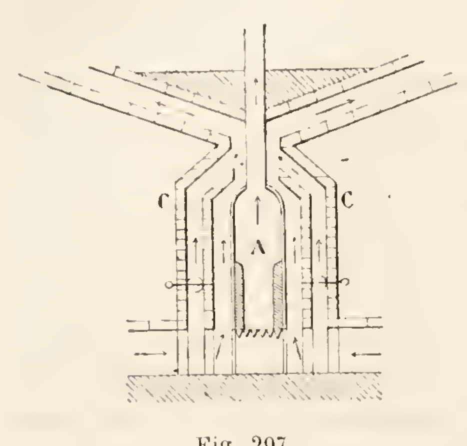


Fig. 297.

Des angles supérieurs, partiront 4 conduits fournissant chacun la chaleur aux points D, fig. 296, afin de renouveler l'air là où il ne circule pas ordinairement et de l'attirer au centre de la salle vers la colonne de fumée E où il se dirige en contre-bas de manière à égaliser la température. La figure 298 indique la coupe d'un poêle en tôle, à repos de chaleur, placé au milieu de la salle et attirant par le bas l'air vicié. Au centre et au milieu du tuyau de fumée, se trouve un chauffe-linge. Le poêle du 2e étage aura nécessairement l'une de ses parties comme son tuyau de ventilation, divisée en deux pour séparer l'air vicié des deux salles superposées. Les deux tuyaux de fumée et

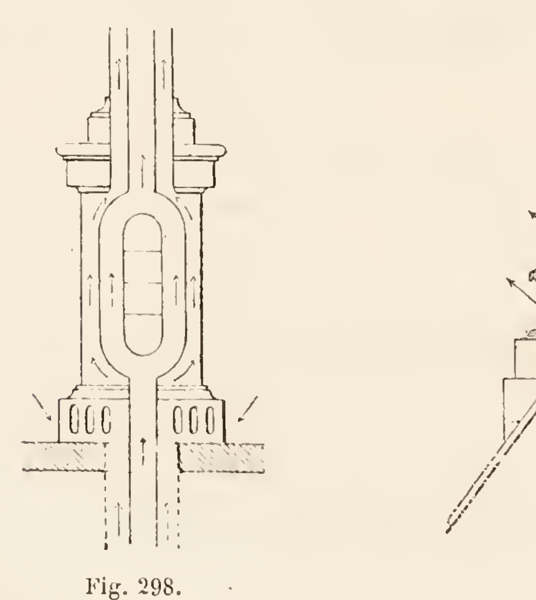


Fig. 298.

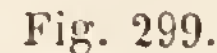


Fig. 299.

de ventilation sortiront sur le toit comme l'indique la fig. 299, dans des ornements en tôle galvanisée et mieux en terre cuite.

Voilà pour le chauffage et la ventilation d'hiver. Si l'on veut une installation parfaite, on établira, pour les jours à température

moyenne, deux cheminées ventilatrices, fig. 150, aux points F de chaque salle. Pour la ventilation d'été, on installera au plafond des trappes mobiles, faciles à manœuvrer d'en bas par des poulies de renvoi et donnant dans des gaînes qui aboutissent sur le toit, avec chapeaux aspirateurs contre la pluie et les vents, fig. 300. On aura accès à ces trappes par une porte mobile A, et l'angle des plafonds sera arrondi en B, pour éviter les miasmes que les courants n'atteignent pas, à moins que la gaîne ne soit en applique contre le mur. Pour activer la ventilation, il sera bon de mettre au bas de chaque gaîne un ou plusieurs becs de gaz, suivant l'appel qu'on voudra produire. On emploie à Londres dans les hôpitaux un mode d'admission d'air frais qui, dans certains cas, peut s'appliquer aux hôpitaux et quelquefois à nos salons quand on veut admettre l'air extérieur en le divisant. Il consiste dans l'application sur les angles inférieurs des murs d'une plinthe ou coulisseau taillé comme l'indique la fig. 301 et contournant les murs, fig. 302, où l'air entre par le bas à travers

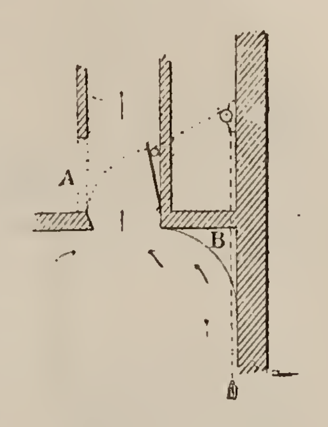
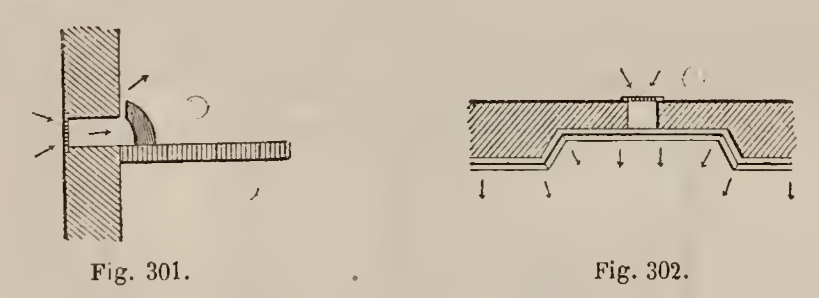


Fig. 300.


Fig. 301. Fig. 302.

les fentes. La ventouse est naturellement réglée par un bouton à portée de la main.

Les fig. 303 et 304 indiquent une autre disposition d'asile, soit pour des aliénés, soit pour des malades ordinaires à la campagne. Nous supposerons les bâtiments séparés en deux pour isoler les sexes. Le même système de chauffage et de ventilation pourra s'employer quel que soit le nombre des cloisons séparatives. En sous-sol se trouvera le calorifère d'où partiront les conduites aboutissant à chaque chambre et réglées chacune par une clef au départ, suivant que les chambres seront occupées ou vacantes. L'air chaud débouchant près des

murs extérieurs sortira par le dessous des portes coupées à cet effet,

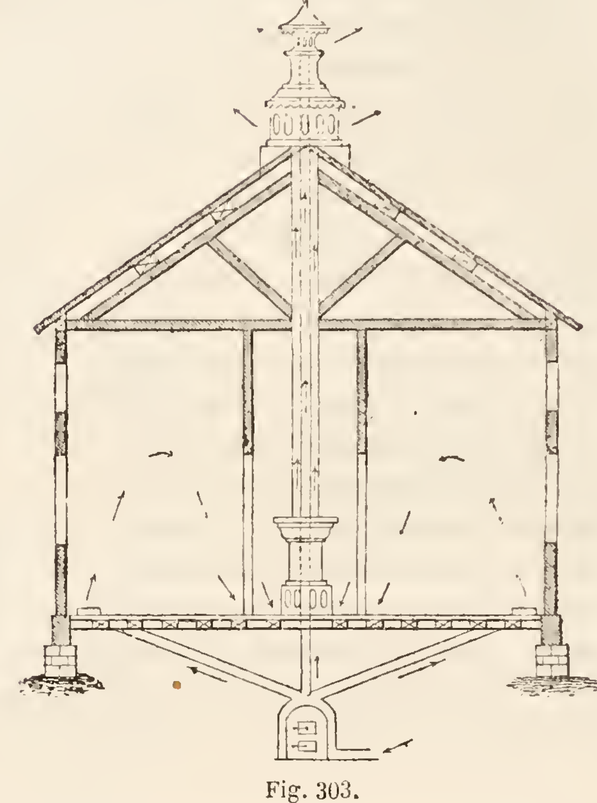


Fig. 303.

sous l'appel du tuyau de fumée central pour s'échapper sur le toit.

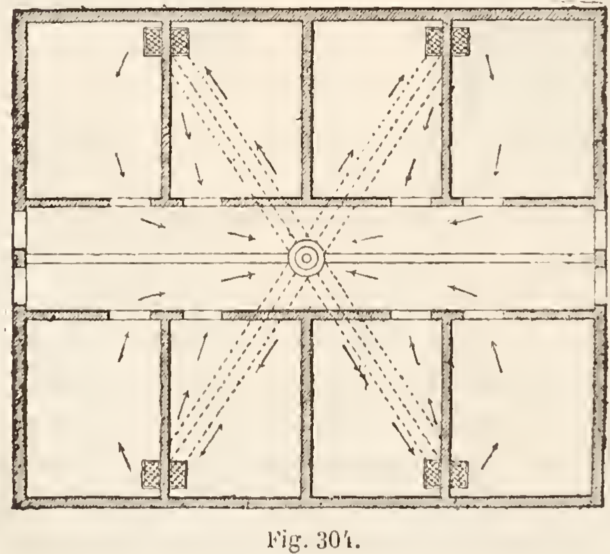


Fig. 304.

A ce bâtiment principal on joindra naturellement les dépendances or-

inaires, chambre du médecin et des surveillants, cuisine et salle de bains dont les tuyaux de fumée feront appel en contre-bas aux émanations des cabinets.

DES TENTES-BARAQUES OU AMBULANCES FIXES.

Après l'étude des moyens les plus efficaces de ventiler les grands hôpitaux, vient naturellement celle des tentes-baraques ou constructions provisoires, élevées en cas de guerre ou d'épidémie, pour procurer aux malades les conditions atmosphériques les plus favorables et éviter l'encombrement des hôpitaux ordinaires.

Nous avons parlé précédemment des ambulances sous tentes, ou hôpitaux de première ligne, suivant les armées en mouvement et s'installant en quelques heures sur le champ de bataille lui-même. Nous ne nous occuperons ici que des installations légères, provisoires, mais fixes, que nous appellerons hôpitaux de 2e ligne et dont l'origine remonte à la guerre de Crimée et à celle des États-Unis : elles ont prouvé une fois de plus la vérité du proverbe : *Plus occidit aer quam gladius.*

Depuis longtemps, les administrateurs et les médecins ne sont pas d'accord sur l'étendue et l'importance qu'on peut donner aux bâtiments hospitaliers. Les médecins prétendent, avec juste raison, que la mortalité augmente, non-seulement en raison de l'encombrement, mais aussi en raison de l'ancienneté des constructions. De là, cette tendance universelle à faire des bâtiments légers, provisoires, prêts à être incendiés au besoin si une épidémie se déclare, et en tout cas, situés à la circonférence et non au centre des villes. Le docteur Woodworth a même proposé en Angleterre, qu'à l'avenir, tout hôpital serait construit en matériaux légers et économiques, pour être brûlé tous les dix ans, afin de prévenir et de détruire les émanations morbides qui imprègnent tout l'édifice et entretiennent les maladies contagieuses. On a fait aussi à cette occasion cette judicieuse remarque, qu'avec l'argent dépensé pour l'Hôtel-Dieu, on aurait assuré le service de tout Paris en faisant des constructions légères, brûlées périodiquement et rétablies avec les perfectionnements que chaque jour apporte.

C'est pour satisfaire aux indications de la science si conformes à

l'expérience que l'on a pensé à créer des tentes-baraques, dont nous avons vu à Paris, pendant le siége, plusieurs modèles, entre autres au Cours-la-Reine, au Luxembourg, à Passy, enfin au Parc de Saint-Cloud. Ces dernières étaient construites comme les autres, en planches jointives, mais avec cette différence, qu'une des faces était formée de toiles servant de clôture pendant la nuit et relevées pendant le jour, pour donner à la fois aux malades de l'air en abondance, puis la vue de la verdure et du ciel.

Ce genre de constructions modernes n'est pas seulement utile en temps de guerre ou d'épidémie. Il devrait être l'annexe indispensable de tous les hôpitaux civils, fournissant tantôt des salles de rechange, pendant la désinfection des salles d'hiver, tantôt des salles en plein air pour les opérés, enfin des salles supplémentaires en cas d'épidémie ou d'encombrement.

N'est-ce pas ici le cas d'ajouter que dans les campagnes où il y a absence totale de secours médicaux, dans les villes de fabrique, dans les ports où peuvent débarquer des malades atteints de maladies contagieuses, enfin, dans les camps permanents installés récemment autour de Paris, il serait de la plus haute importance d'adopter le système de tentes-baraques permettant des installations économiques dans des lieux salubres et offrant tous les avantages de la division des malades? Les mêmes installations devraient être facilement transportables et construites à l'avance sur des types uniformes par des moyens mécaniques perfectionnés, et imprégnés de créosote ou sulfatés par les procédés Boucherie ; elles pourraient servir en cas d'incendie ou d'inondation privant subitement d'asile toute une population.

Le mot hôpital emporte l'idée d'une construction vaste, coûteuse et compliquée. Ici, rien de tout cela. Tout homme éclairé et charitable peut doter son canton d'un asile, confié à l'un de nos modestes médecins de campagne, qui, assisté de quelques personnes dévouées, pourront rendre les plus grands services.

Comment disposer ces constructions légères pour combiner à la fois la salubrité de la tente ouverte en été avec les avantages d'une installation solide et chaude en hiver? La fig. 305 indique l'une des dispositions les plus convenables. Comme on le voit, en hiver, la tente-baraque sera chauffée par un calorifère à eau chaude dont les tuyaux circuleront sous les planches et de chaque côté, en A, avec

bouches de chaleur de distance en distance. On placera en outre, aux deux extrémités, deux cheminées à foyer ouvert B, fig. 201 à 203, dont les chambres de chaleur s'ouvriront vers le plafond. L'air chaud sera appelé en contre-bas, vers les foyers et vers la bouche E pour remonter entre les doubles parois de la tente et trouver une issue dans le faux toit, où le tuyau de fumée se subdivisera en plusieurs branches avant de sortir sur le faîte. L'été, l'air neuf entrera aux points C pour

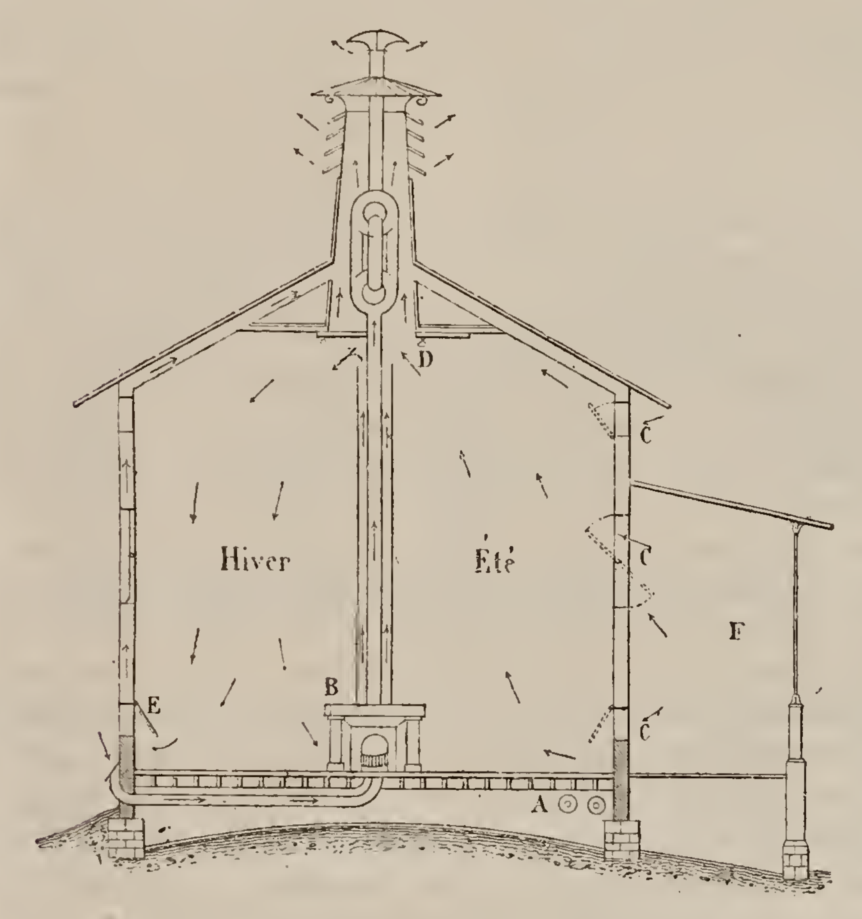


Fig. 305.

se diriger, soit aux issues opposées, soit vers la trappe D fermée en hiver. Toutes les trappes inférieures seront grillées avec des toiles métalliques pour éviter l'introduction d'animaux nuisibles. En temps d'orage, on pourra n'ouvrir que le côté C mis à l'abri de la pluie ; dans les temps calmes, les deux côtés livreront passage à l'air. Quant aux effets d'un soleil ardent ou d'un froid excessif, ils seront toujours facilement tempérés par la double cloison extérieure. Les angles su-

périeurs des plafonds et ceux des 4 coins de la salle seront arrondis à dessein pour éviter que les miasmes ne séjournent sur un point quelconque. Pour faciliter la circulation de l'air, les lits seront éloignés du mur par un espace d'au moins $0^{m},50$, et une fenêtre sera placée entre chacun d'eux pour assurer à chaque malade un abondant accès à l'air pendant l'été.

Il est inutile d'ajouter qu'à une installation semblable sont annexées deux petites salles aux extrémités, l'une pour le service des infirmiers, l'autre pour les bains, les lavabos et les cabinets, dont la ventilation aura lieu en contre-bas par la chaleur perdue du fourneau de cuisine. Suivant l'importance du service, ces annexes auront 2 ou 3 chambres séparées; pour les opérés, par exemple, ou pour les besoins de la pharmacie, lingerie, bibliothèque, salle de convalescents et cabinet pour le médecin. L'accès à toutes ces pièces devra être facile; on aura soin surtout que l'eau soit en abondance et que l'enlèvement des tonnes mobiles des cabinets et leur désinfection ait lieu journellement. Quant au mode général de construction, il sera simple et économique, de manière à combiner tous les progrès modernes de l'hygiène. Ainsi le sous-sol sera bitumé ou cimenté pour être lavé souvent à grande eau et ventilé largement par les trappes à coulisses ouvertes en été et fermées en hiver; le sol sera dallé avec des substances lisses et non poreuses, à joints bien cimentés permettant un lavage et un séchage rapide. Si on est forcé d'avoir recours au bois, il devra être raboté et imprégné de créosote ou sulfaté. Les murs seront boisés et vernis dans le bas. Pour éviter les joints des planches, séjour des miasmes et des germes putrides, le haut des doubles cloisons et les plafonds seront couverts de papiers glacés ou de toiles vernissées, qu'on pourra laver ou remplacer souvent. Le plancher de la tente au midi sera prolongé par une véranda ou promenoir couvert, de 3 ou 4 mètres de large, fermé en hiver par des cloisons vitrées et ouvert en été, afin qu'on puisse y exposer les malades en plein air, dès que la température extérieure le permettra. On ménagera une porte suffisamment large pour rouler les lits au dehors.

Nous ne terminerons pas ce sujet sans faire remarquer qu'en été, tous les calculs faits pour indiquer le nombre de mètres cubes d'air à allouer à chaque malade sont inutiles. En principe, on doit renouveler l'air par tous les moyens possibles, en tant qu'on ne produit pas de courants dangereux; en ce cas, l'air ne coûte rien, car son réser

voir est inépuisable. En hiver, c'est tout autre chose : l'air introduit doit être préalablement chauffé, et la chaleur c'est de l'argent, sous forme de combustible. On sera donc arrêté ici par la question de dépense. Le froid, heureusement, prête moins que la chaleur aux fermentations organiques : c'est pourquoi nous préférons le système anglais qui consiste à bien couvrir les malades dans une atmosphère de 10 à 12°, tandis qu'en France on en demande 15 à 16°, et en Allemagne jusqu'à 18 et 20°.

DES CERCLES ET FUMOIRS.

Ici, la disposition et les besoins varient à l'infini. Choisissons un exemple : nous supposons trois pièces à la suite l'une de l'autre (fig. 306), consacrées, la première, A, à un ou plusieurs billards; la

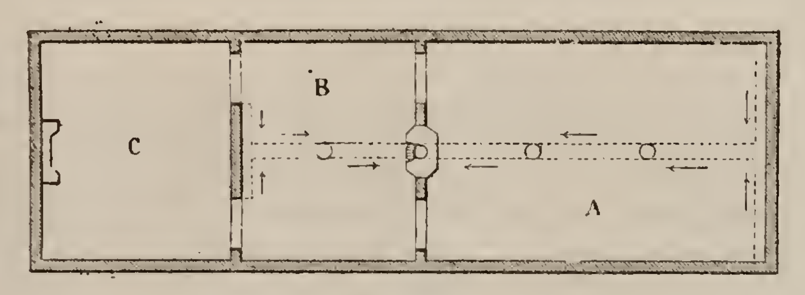


Fig. 306.

deuxième, B, à une salle de jeu ou fumoir; la troisième, C, à une salle de lecture. Cette dernière sera chauffée par une cheminée à bouche de chaleur, comme nous l'avons vue décrite figure 150. La prise d'air devra être très-large, sous peine de faire appel à l'air des pièces A, B; Pour ces dernières, qui auront besoin d'une ventilation énergique, nous placerons dans le mur séparatif un poêle à feu ouvert du côté B et à bouche de chaleur du côté opposé. Ce poêle, muni d'une large ventouse d'une dimension proportionnée, puisqu'elle doit alimenter les deux gaînes de sortie, servira à l'introduction de l'air neuf préalablement chauffé avant d'entrer dans les pièces. Il sera surmonté d'un tuyau de fonte isolé dans une gaîne D (fig. 307) de 0m,70 à 0m,80 de large, dont un côté servira pour l'évacuation de l'air vicié du billard, et l'autre pour l'air vicié du fumoir. Dans les corniches des pièces A, B, opposées au poêle, seront placés des tubes à jour qui recevront

l'air vicié pour le conduire par une gaîne horizontale placée entre les solives ou les ornements du plafond, jusqu'au tuyau d'appel D, chauffé par la fumée du poêle. Dans leur parcours, ces gaînes recevront, par un conduit spécial, les fumées des lumières du billard qui serviront à activer la ventilation.



Fig. 307.

Pour l'été, si l'on tient fermés les vasistas des fenêtres, il faudra allumer dans les gaînes contiguës aux tuyaux de fumée quelques becs de gaz qui suffiront à assurer la ventilation. On comprend que nous ne pouvons donner ici que des indications générales et que les moyens proposés peuvent varier à l'infini, suivant les lieux ; mais, en général, on devra faire servir la fumée des foyers et la chaleur des becs de gaz à l'évacuation de l'air vicié, en assurant la rentrée de l'air neuf du côté opposé et aussi loin que possible des personnes.

DES CASERNES.

Je lis sur ce sujet dans un rapport officiel : « En résumé, les expériences auxquelles la commission s'est livrée, ont démontré que l'air des chambres n'est pas insalubre. Le maximum de la production d'acide carbonique a atteint à peine 0, 01 en volume et l'état hygrométrique s'est toujours trouvé inférieur au terme de la saturation. » Est-il possible de montrer, de la part d'hommes éclairés, une plus grande ignorance des lois de l'hygiène, que d'attribuer la salubrité de l'air, soit à la quantité d'acide carbonique, soit à celle de la vapeur d'eau contenue dans l'air que nous respirons ? Ni l'acide carbonique (à moins qu'on ne veuille s'asphyxier avec un réchaud à charbon), ni la vapeur d'eau n'ont jamais rendu l'air salubre dans les circonstances ordinaires. On ne saurait trop le répéter, ce qui influe sur la qualité de l'air respirable, au point de vue qui nous occupe, c'est moins sa température et son humidité que les miasmes et les ferments de tout genre, c'est-à-dire, les molécules organiques, produits de la respiration et de la transpiration humaine. Et ces miasmes sont si subtils, si divisibles, si abondants et si distincts, qu'un chien peut suivre la piste, c'est-à-dire les miasmes de son maître à de très-grandes distances. On n'a pas d'idée de l'incurie du génie militaire sur les questions d'hygiène. Quand on en parle à nos officiers supérieurs, ils semblent tomber de la lune, tan-

dis qu'en Angleterre et ailleurs, il y a sur la matière des rapports officiels très-étendus et des ouvrages spéciaux qui prouvent toute l'importance qu'on attache à la question. Bien plus, le gouvernement anglais, éclairé par les rapports d'une commission scientifique nommée à cet effet, exige que le chauffage ait lieu par des oyers ouverts et qu'il soit combiné avec des dispositions particulières de ventilation. Ici, on est absorbé par le matériel de l'artillerie et par les modifications à l'uniforme ! Quant au capital homme, on n'y attache aucune importance, ou du moins on en donne la preuve par la disposition des campements. On a bien, par-ci, par-là, fait quelques ouvertures dans les chambres, mais aux premiers froids, les hommes les bouchent, et il ne peut en être autrement, chaque fois que, dans un lieu habité, l'air froid viendra brutalement remplacer l'air vicié. En général, on aime mieux être empoisonné par l'air impur, que de souffrir du froid. Le deuxième inconvénient est tangible, le premier ne l'est pas. Nous avons une nouvelle preuve de l'incurie et de l'ignorance du génie militaire, dans l'installation récente des camps permanents autour de Paris. Pendant l'hiver, le chauffage se fait au moyen de poêles de fonte parfaitement insalubres et sans prise d'air extérieur comme celui qui est depuis longtemps employé aux États-Unis (fig. 308). En outre, aucun vasistas, aucune trappe, aucune lanterne sur le toit n'est prévu pour la ventilation d'une baraque, où chaque homme a 0m, 50 à peine pour se mouvoir. C'est pour ce motif que les lits devraient toujours être relevés pendant le jour et disposés, comme dans la marine, en forme de hamacs pour laisser aux hommes la place libre pendant le jour et faciliter l'aération et le nettoyage. On a une preuve certaine de ce que j'avance, dans les relevés médicaux faits depuis deux ans dans les camps permanents : la fièvre typhoïde y fait plus de ravages en hiver qu'en été. Où en chercher la cause, si ce n'est dans l'agglomération des hommes dans les baraques, où ils s'entassent à l'abri du froid, mais non pas

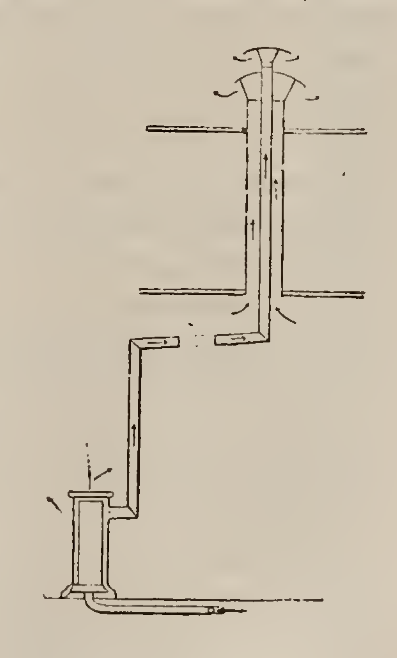


Fig. 308.

à l'abri du méphytisme causé par l'encombrement, tandis qu'en été, le soldat ouvre les fenêtres, s'étend sous les arbres et même ne craint pas de coucher à la belle étoile.

En général, au point de vue qui nous occupe, les casernes sont dans des conditions plus fâcheuses que les autres habitations. En effet, l'encombrement est la règle et non l'exception. L'usage de l'eau y est très-restreint et, par suite, la propreté des hommes est très-négligée; les cabinets d'aisance sont presque toujours infects et mal disposés ; les joints des pavés des cours sont mal faits et retiennent les matières organiques en décomposition. Enfin, les chambres sont presque toujours divisées par un corridor long, étroit, mal aéré, mal éclairé. De là, il résulte pour les casernes un besoin impérieux de ventilation qu'on ne peut guère obtenir qu'indirectement, en mettant les orifices d'arrivée et d'évacuation de l'air le moins possible à la portée des habitants. Le chauffage et la ventilation de jour sont moins nécessaires que la nuit, à cause de l'absence des hommes; on devra préférer aux poêles éminemment malsains, dits de corps de garde, des cheminées à foyer rayonnant, construites en fonte ou en briques, dans les meilleures conditions de solidité, comme on les fait pour les casernes anglaises (fig. 158). Quant aux baraquements ou camps temporaires, on pourra adopter la disposition usitée aux États-Unis (fig. 308), et qui consiste à introduire l'air extérieur sous les poêles, puis à faire sortir l'air vicié par une gaîne placée au côté opposé et ayant son issue sur le toit, sous l'appel du tuyau de fumée. Mais dans nos grandes casernes à plusieurs étages, ces moyens sont impraticables. Si l'on pouvait toujours opérer suivant les principes, on mettrait à chaque chambre des ventouses haut et bas : les premières au sud et les autres au nord, c'est-à-dire aux points opposés de la pièce. Mais les ouvertures du bas seraient bientôt bouchées par les hommes. Songer à entretenir des foyers d'appel pour évacuer l'air vicié ! Mais toutes les vestales romaines n'y suffiraient pas ! Dans les bâtiments anciens, le mieux sera de disposer, dans les corridors et à la portée des adjudants de service, des orifices d'arrivée d'environ $0^{m},10$ carrés par homme ; ces orifices seront fermés par des lames mobiles ou petites persiennes en tôle dirigeant l'air vers le plafond (fig. 309). A l'opposé de la pièce et à défaut de tuyaux prévus à l'avance dans les murs, des orifices de sortie seront placés au plafond, au bas de gaînes-appliques ayant issue sur le toit par des aspirateurs. Quant aux constructions

nouvelles, la disposition préférable sera : ou bien le chauffage spécial et multiplié de chaque chambrée par des poêles ventilateurs, ou bien l'envoi d'air neuf préalablement chauffé par des calorifères généraux, à 15 ou 18°. On réunira toutes les gaînes d'évacuation, débouchant de bas en haut et parallèlement au courant, dans une cheminée centrale où passera le tuyau de fumée du calorifère et des fourneaux de cuisine de chaque corps de bâtiment. Ces fourneaux seront disposés comme nous l'avons indiqué précédemment, c'est-à-dire avec de grands réservoirs en tôle baignés dans la fumée et servant à chauffer l'eau pour les bains des hommes, comme on l'a fait en Angleterre dans des conditions particulières de simplicité et de solidité. Il est inutile d'ajouter que pour les régiments de cavalerie, les vasistas ordinaires ne suffisent pas pour assainir les écuries, et qu'il sera bien préférable de faire monter les gaz ammoniacaux par des gaînes partant des plafonds jusqu'au toit, au lieu d'empoisonner en été tous les étages situés au-dessus des fenêtres du rez-de-chaussée.

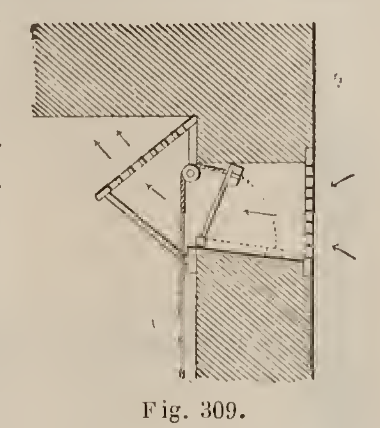


Fig. 309.

En terminant ce qui concerne les casernes ou les camps permanents, rappelons ce que nous avons dit en parlant des colléges, où, en général, les soins de la toilette consistent uniquement à se laver le visage et les mains. Dans les casernes, c'est encore pis, le soldat n'ayant pas de serviettes. Aussi la propreté des armes et la saleté du corps sont la règle. Veiller aux règles de l'hygiène serait déroger pour nos officiers, mais il est bien peu de casernes où, à défaut des eaux de la ville, on ne puisse établir une pompe et un réservoir. On peut alors diviser une pièce du rez-de-chaussée en deux parties : la première serait consacrée au vestiaire, et la seconde, planchéiée à claire-voie, aurait une installation de douches formée tout simplement d'un tuyau circulant autour du plafond (fig. 267), et muni de pommes d'arrosoir. Les hommes trouveraient là en tout temps, et à peu de frais, le moyen de faire rapidement une toilette complète. Nul moyen ne vaut celui-là pour la rapidité, l'efficacité et l'économie surtout quand il s'agit d'un grand nombre d'individus sains et vigoureux.

Nous donnons, à titre de renseignement, quelques dispositions recommandées officiellement pour les casernes anglaises.

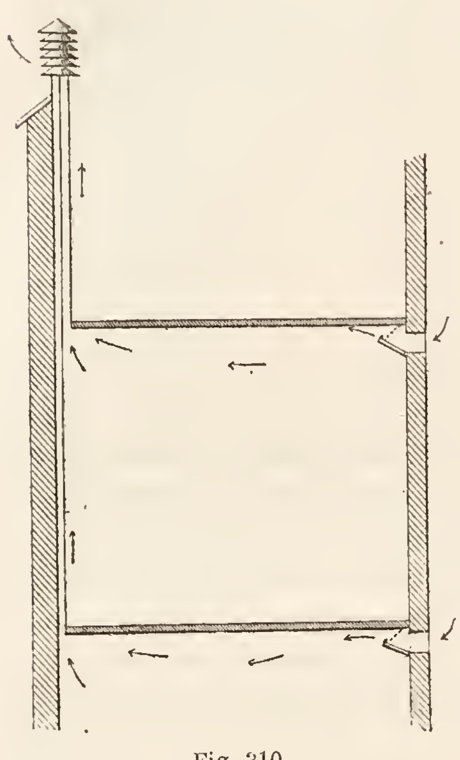


Fig. 310.

Les figures 310 et 311 montrent l'arrivée de l'air neuf par des ventouses percées au plafond, à l'angle des pièces, et allant sortir au point opposé dans des gaînes séparées, aboutissant au toit. J'ai dit qu'il était utile de les placer au contact du tuyau de fumée des cuisines, pour éviter les courants descendants. Il ne faut pas compter sur la ventilation naturelle : elle est incertaine et variable comme notre climat, et il faudra toujours l'aider par l'action du vent à la sortie des gaînes, par la chaleur perdue des fourneaux, ou enfin par des becs de gaz, sans quoi les gaînes d'ascension seront souvent des gaînes d'admission, dans les temps froids. Deux mots sur l'éclairage : chaque chandelle fumeuse employée dans une

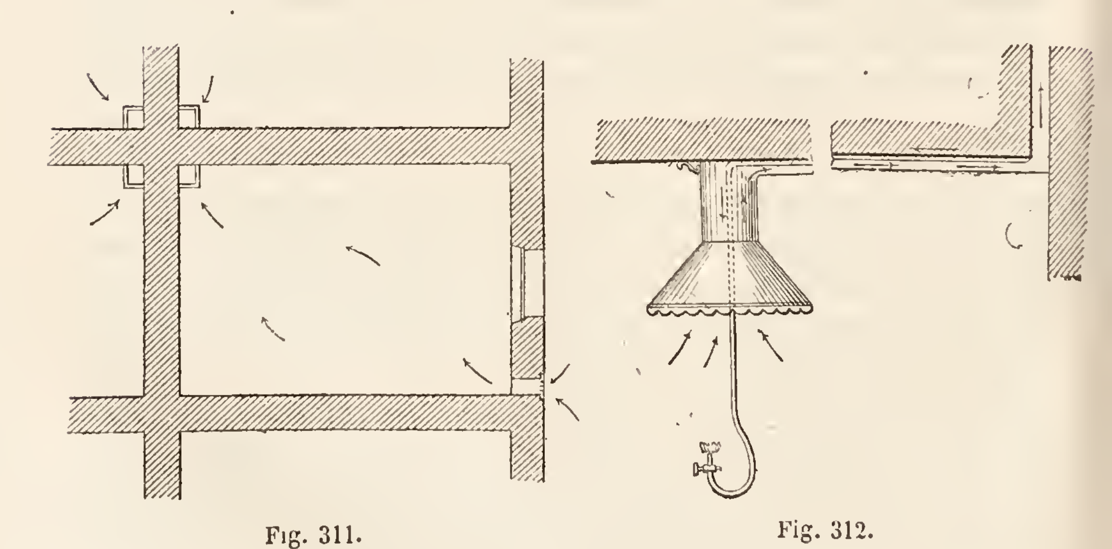


Fig. 311. Fig. 312.

chambre de caserne, chaque bec de gaz équivaut, comme viciation de

l'air, à un habitant de plus. Il est indispensable d'évacuer les produits de la combustion des appareils d'éclairage, aussi bien que ceux de la respiration humaine. Pour cela, il faudra faire tourner l'éclairage des casernes au profit de leur assainissement, en surmontant les becs de gaz d'un réflecteur (fig. 312) en forme d'entonnoir et aboutissant à une gaîne d'évacuation mise à l'abri du vent par un chapeau.

DES ÉCOLES, DES CRÈCHES ET ASILES DE L'ENFANCE.

S'il est une question digne d'occuper l'attention des hommes éclairés, jaloux de la grandeur de notre pays, c'est, à coup sûr, celle des écoles. Nous avons pu dire précédemment : « Plus de ventilation et moins d'hôpitaux ; » nous pourrons dire ici : « Plus d'écoles et moins de sergents de ville. » On ne saurait donc attacher trop d'importance à l'étude de tout ce qui touche à ce point faible de notre nation, au moment surtout où, de toutes parts, on songe à élever de nouveaux bâtiments scolaires. Après les hôpitaux, ce sont les lieux qui ont le plus besoin d'être ventilés, car, après avoir passé la nuit dans des chambres étroites et malsaines, les enfants emportent des germes de maladies dans leurs cheveux, sur leur peau, dans leurs vêtements. Quiconque a fréquenté les écoles, a remarqué l'odeur nauséabonde qui s'attache aux murs et qui persiste longtemps après la sortie des élèves. Or, on sait que les enfants, à cause de la délicatesse de leur organisation, ressentent plus vivement que les adultes l'effet de l'air confiné : ils s'infectent plus rapidement les uns les autres par l'encombrement et contractent dans les écoles les germes d'affections contagieuses, comme les fièvres éruptives, les ophthalmies purulentes, la coqueluche, les angines, etc. C'est pour eux surtout qu'il faut se rappeler que l'air est le pain de la respiration et que celui qu'ils mangent a été trempé dans des immondices. A mesure que nous respirons, nous enlevons à l'air l'élément nécessaire à la vie et nous le remplaçons par des résidus ou des excrétions gazeuses qui en altèrent la pureté ; on ne remangerait pas ce qu'on a mangé : c'est cependant ce qu'on fait quand on respire à nouveau l'air expiré, après qu'il a passé par nos poumons, et surtout par ceux des personnes qui nous entourent.

On peut résumer en quelques mots les défauts inhérents à la majorité de nos écoles et que j'énumère par ordre de leur gravité : 1° absence de ventilation; 2° chauffage insalubre; 3° cabinets d'aisance infects; 4° pas de lavabos pour habituer les enfants à la propreté sur leur personne ; 5° éclairage défectueux; 6° siéges et pupitres forçant les élèves à des postures contre nature ; 7° manque d'appareils gymnastiques convenables ; 8° enfin, mauvais drainage et mauvais pavage des cours.

D'après le plan de cet ouvrage, nous n'avons à nous occuper que des deux premiers points que nous signalons, et ce sera ici le cas de rappeler ce que nous avons souvent vu dans le cours de notre étude, c'est l'obligation où nous sommes de confondre, en un seul chapitre, deux questions en apparence indépendantes et en fait parfaitement unies, parce que les moyens qu'on emploie sont intimes dans leurs causes et dans leurs effets.

En principe, quand les constructions s'y prêtent, il est préférable, comme les Chinois et les Romains, de chauffer le sol, surtout pour des pièces destinées à des travaux de l'esprit. C'est le meilleur moyen d'assurer la température des couches inférieures; mais rarement la chose sera possible. Étudions donc nos écoles actuelles telles qu'elles sont et prenons pour exemple les appareils de chauffage de MM. Geneste et Herscher frères (fig. 264 et 265), qui sont approuvés et employés par la ville de Paris dans les écoles communales. Comme on le verra par la figure 313, ils combinent à la fois la ventilation et le chauffage, deux conditions indispensables à une école. La prise d'air extérieur faite dans un lieu salubre et mise à l'abri des corps étrangers, arrive sous le poêle à combustion facile à régler et sort par les parties supérieures d'où il s'étale en nappe sur le plafond en utilisant dans tout son parcours le tuyau de fumée. Ce dernier se rend à l'extrémité de la salle dans une gaîne montant jusqu'au toit et protégée contre les vents ou la pluie par les moyens ordinaires. Cette gaîne, de dimensions variables suivant le nombre des élèves, a généralement $0^{m},60$ à $0^{m},80$ de long sur $0^{m},30$ de large avec deux ouvertures, l'une en haut près du plafond, l'autre en bas près du plancher, où se trouve placée, avec les précautions convenables contre l'incendie, une grille ou un petit poêle à combustion lente. En hiver, avant l'arrivée des classes, les deux orifices de la gaîne sont fermés; on se borne à chauffer la pièce. Lors de l'entrée des élèves, on ouvre la bouche inférieure,

qui fait alors fonctionner la ventilation sous l'appel de la fumée. Quand on le pourra, il sera préférable de faire l'appel par des gaînes

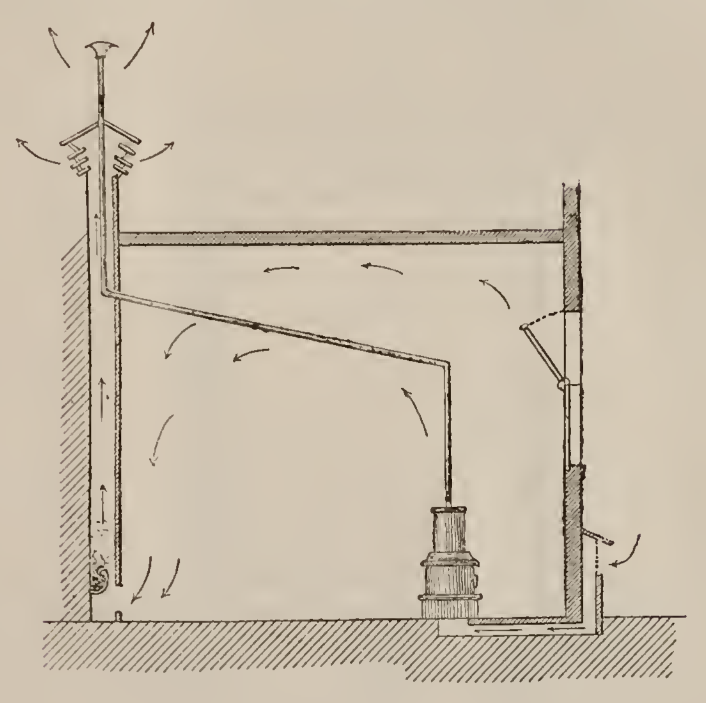


Fig. 313.

souterraines partant de grilles placées verticalement et en éventail, des divers points de la salle, afin de ne point infecter les bancs placés près de la bouche principale d'extraction.

En été, l'air extérieur est introduit soit par le poêle lui-même, soit par des vasistas ouvrant intérieurement à 45°, et la sortie a lieu par la bouche supérieure de la gaîne dont on peut activer l'action en allumant le poêle du bas ou des becs de gaz. Il est inutile d'ajouter que les appareils d'éclairage devront être munis de réflecteurs surmontés de tubes conduisant les gaz de la combustion dans la gaîne de ventilation dont ils activeront la puissance.

Pour les crèches, comme pour les salles d'école plus importantes, on emploiera avec avantage la disposition des figures 314 et 315, où, pour démontrer le principe, on n'a indiqué que la salle elle-même, sans ses abords qui varient à l'infini. Le système se compose essentiellement : 1° d'un calorifère placé soit en sous-sol, soit dans une pièce contiguë ; 2° d'une chambre de mélange placée dans les combles ; 3° de plusieurs gaînes d'appel d'air vicié placées latéralement en

contre-bas du plancher et allant rejoindre le tuyau de fumée du calorifère.

Prenons la ventilation d'hiver. L'air pur amené d'un point conve-

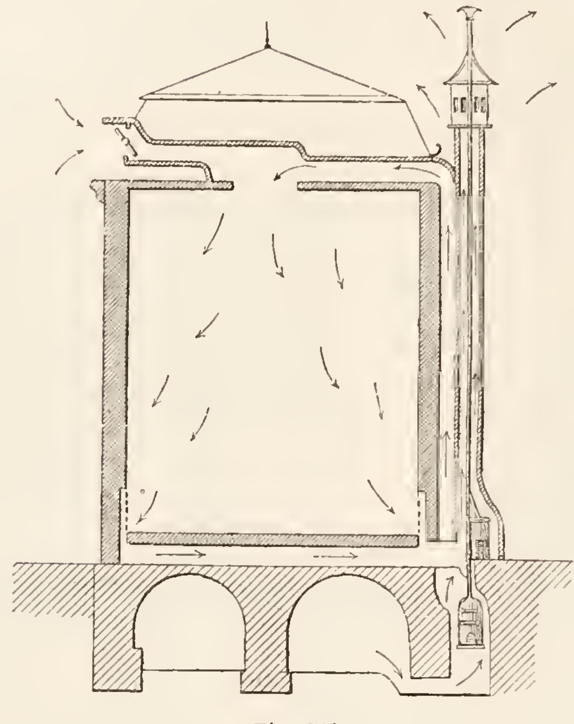


Fig. 314.

nable, le plus loin possible de la cheminée d'évacuation, à l'abri de toute malveillance et de toute émanation nuisible, arrivera autour du

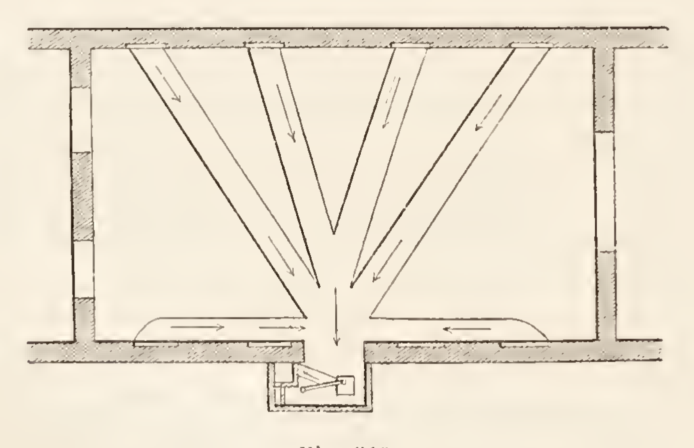


Fig. 315.

calorifère, s'élèvera dans la gaîne d'ascension, pour aller déboucher par les nombreux orifices ménagés dans les ornements du plafond.

Suivant les besoins et la température exigée, il se mélangera dans les combles avec de l'air froid arrivant par des ouvertures qui serviront en été à l'arrivée de l'air frais, et qu'on placera par conséquent au nord et à l'ombre. Pour éviter la malveillance, et surtout les détritus apportés par les oiseaux et les animaux rongeurs, les bouches d'arrivée seront toujours munies à l'entrée de grillages serrés. Elles seront disposées de manière qu'on puisse les visiter et les nettoyer fréquemment. Il sera toujours très-utile de pouvoir les régler par des registres, leur action différant suivant les frottements, la section des gaînes, l'ouverture des portes, la direction des vents, etc. Il est inutile d'ajouter que la gaîne de chauffage et la gaîne d'évacuation devront, autant que possible, être mises à l'abri du refroidissement, puisqu'elles agissent d'autant plus énergiquement qu'il y a plus de différence entre leur température et celle de la salle à ventiler. Toute perte de chaleur sera une perte de force et, par conséquent, un surcroît de dépense. Les personnes présentes dans la salle, si les bouches d'arrivée sont suffisamment nombreuses et espacées, ne s'apercevront pas du courant qui entraîne l'air vicié vers les bouches latérales et les gaînes du plancher dans le double tuyau faisant appel. Un peti foyer supplémentaire placé dans la colonne montante d'appel, viendra joindre au besoin son action à celle de la colonne de fumée. Avec quelques thermomètres placés çà et là, et un peu de bonne volonté de la part du chauffeur, on obtiendra ainsi, avec très-peu de frais de combustible, d'entretien et de travail, un renouvellement parfait de l'air.

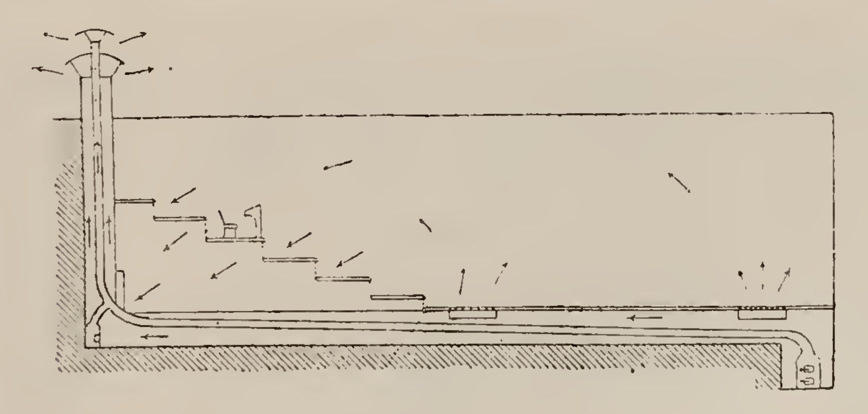


Fig. 316.

En somme, ce système, quand on pourra l'appliquer, est bien supérieur aux poêles, qui donnent souvent trop de chaleur dans leur voisinage,

et dont le tuyau de fumée n'est pas toujours suffisant pour l'appel de l'air vicié.

Les figures 316 et 317 indiquent une disposition applicable aux écoles où l'on pourra établir le calorifère en sous-sol. Les conduits

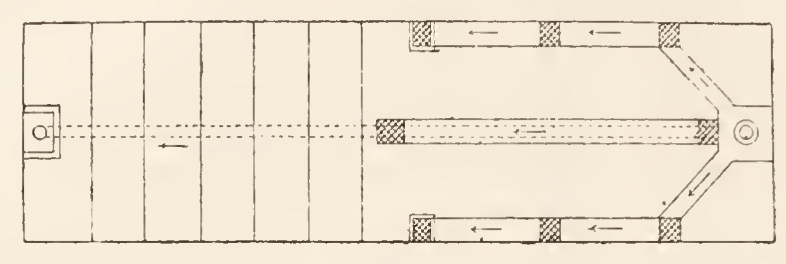


Fig. 317.

de chaleur surmontés de plaques de fonte se bifurqueront pour aller déboucher de place en place sur les parties latérales, tandis que le tuyau de fumée utilisé dans une gaîne jusqu'au milieu de la pièce, ira aboutir sous les gradins, à la cheminée d'évacuation de l'air vicié. Là, il y détermine l'appel de l'air de la pièce, et cet appel sera augmenté au besoin par un petit foyer auxiliaire qui fonctionnera surtout en été.

Enfin, la figure 318 indique le même principe appliqué dans quelques écoles rurales des États-Unis, où le poêle est placé dans un angle de la pièce. Une large bouche d'appel, située à l'opposé, sert à égaliser la température et à diriger en contre-bas l'air vicié vers le tuyau de fumée.

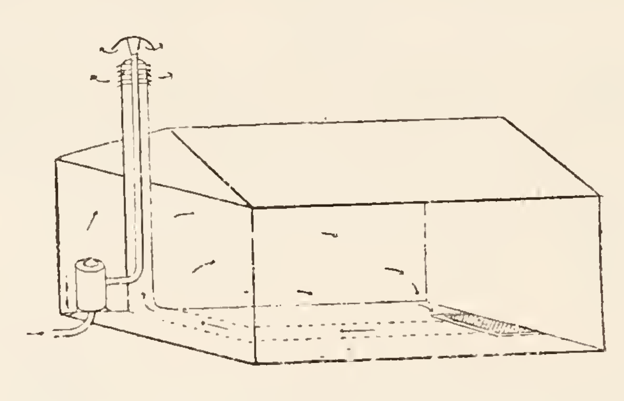


Fig. 318.

VENTILATION DUNE MAISON ENTIÈRE.

En général, le meilleur mode de ventilation pour une maison, prise dans son ensemble, est celui que procure un bon calorifère chauffé à moyenne température, déversant sa chaleur au centre de l'habitation, soit dans l'antichambre, soit dans l'escalier qui devient l'artère principale de la maison. L'arrivée de l'air neuf doit être secondé par l'appel des cheminées; mais 1° ce moyen n'est efficace que l'hiver; 2° il n'y a pas de cheminée ou de foyer d'appel partout; 3° enfin, lors des grandes réceptions, les cheminées elles-mêmes font défaut, parce que la chaleur développée par une nombreuse assistance et par les appareils d'éclairage est suffisante : il n'y a pas ventilation là où elle est le plus nécessaire.

Jusqu'à présent, on a donné abondamment à nos maisons de la lumière, de l'espace, de la chaleur, de l'eau même, mais pas encore de renouvellement d'air. C'est à qui des architectes ou des propriétaires s'occupera le moins de la question et, cependant, on peut dire, que si au médecin incombe le soin de nous guérir de nos maladies, aux architectes incombe celui de les prévenir, en nous fournissant abondamment de l'air pur. Car, de toutes les causes extérieures qui ont une action sur la santé, la plus importante est la qualité de l'air qu'on respire. Plusieurs moyens ont été employés pour obtenir ces résultats.

C'est en Angleterre que, vers 1830, les premières habitations ont été chauffées et ventilées complétement d'une manière rationnelle par la circulation d'eau chaude décrite en détail par Richardson. Cette circulation avait lieu soit dans les plinthes des appartements, soit dans des gaînes verticales (fig. 224), comme M. d'Hamelincourt en a fait l'application en grand, à Paris, dans les bâtiments d'administration des chemins de fer. En général, pour les habitations particulières, il est préférable d'éviter les gaînes et les tuyaux d'eau dans les appartements : on mettra de préférence les hydro-calorifères en sous-sol, et par des dispositions convenables, on peut combiner par ce moyen les avantages du chauffage à air chaud et à eau chaude.

Dans ces derniers temps, parmi les expériences les plus sérieuses qu'on puisse citer, est celle que firent MM. Drysdale et Hayward, mé-

decins anglais, qui, en 1861 et en 1867, construisirent à Liverpool des habitations à leur usage, comportant un système complet de ventilation au moyen de la chaleur perdue des fourneaux de cuisine. Mieux que les architectes et les ingénieurs, les médecins, en général, peuvent et savent observer l'influence d'un air pur dans les habitations où ils pénètrent à toute heure et dans des circonstances très-diverses.

Dans la maison du docteur Drysdale, le chauffage a lieu par un hydro-calorifère A (fig. 319), dont les tuyaux servent en même temps

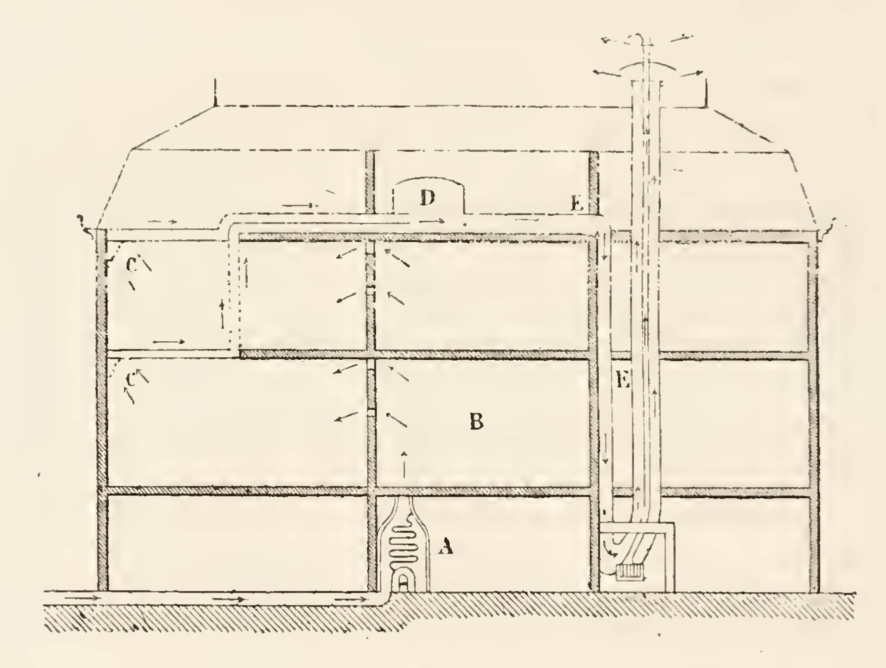


Fig. 319.

à une circulation d'eau chaude au rez-de-chaussée, dans le vestibule et dans le jardin d'hiver. Des précautions sont prises pour isoler par de doubles portes, fermant seules, les cuisines et les vestibules extérieurs. L'air chauffé dans le sous-sol à 18° environ, au contact des serpentins d'eau chaude, s'élève dans le corridor central B, où débouchent tous les appartements et les escaliers; il est admis dans les pièces par les corniches, et, au-dessus des portes, par des bouches à coulisse qui règlent partout l'entrée et la sortie suivant les saisons et le nombre d'occupants des pièces. L'air vicié par le gaz ou par la respiration passe à travers les ornements du plafond C vers un tube de zinc aboutissant à la chambre d'air vicié ou réservoir central D, ayant 8^{m} cubes de capacité environ et situé sous les combles. En hi-

ver, pour égaliser la température, on peut faire l'appel en contre-bas par les plinthes. Tous les tubes débouchent à un même niveau et dans la direction du courant général, puis l'air descend en siphon et au bas de la cheminée des cuisines, dont le tuyau est formé par un tube circulaire en fonte de 0m,35 de diamètre environ. Ce tube est entouré d'une large cheminée en briques, où la chaleur de la fumée fait appel à tout le système. Ce moyen a pour avantages d'être simple, gratuit, continu et d'agir sans danger de feu, sans intervention de personne et surtout la nuit comme le jour, l'hiver comme l'été. Les résultats produits par cette installation vraiment scientifique et rationnelle sont publiés en détail par les auteurs et font preuve d'une rare sagacité d'observation. Sans doute, de tels dispositifs ne peuvent être à la portée de tout le monde; mais ils montrent une fois de plus combien, de l'autre côté du détroit, on attache d'importance aux

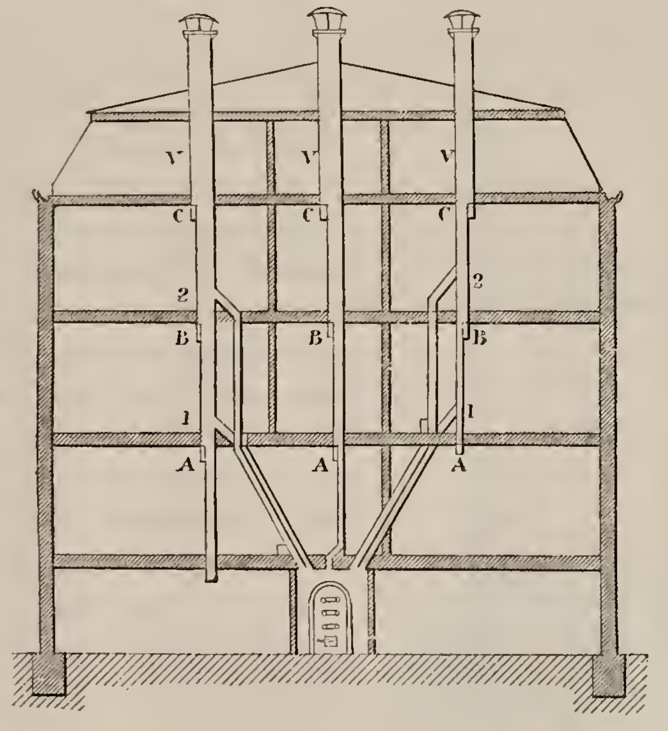


Fig. 320.

questions d'hygiène et combien nous avons encore à faire sous ce rapport.

Un autre mode de ventilation d'une maison entière par un seul appareil a été établi à New-York par le Dr Griscom (fig. 320). Il con-

siste dans l'emploi de la cheminée du calorifère pour produire l'entraînement ou l'aspiration de l'air vicié dans des gaînes supplémentaires contiguës aux gaînes d'air chaud. Comme on le voit par la figure, chaque bouche de chaleur aboutit au bas des pièces; aux points 1 et 2, par exemple, près des plafonds, sont ménagées des ouvertures à coulisse servant de bouches d'extraction A, B, C, sous l'appel de la colonne d'air chaud contenu dans les gaînes et allant aboutir sur le toit en s'élargissant à chaque étage jusqu'au ventilateur V. Si l'on emploie de simples gaînes pour renouveler l'air d'une pièce, l'air qu'elles contiendront peut être ou plus froid ou plus lourd que celui des chambres et peut par conséquent produire un effet contraire à celui qu'on désire. Le moyen proposé ci-dessus a pour avantage de fournir un appel ou un moteur assuré, d'être indépendant pour chaque pièce d'une maison, d'opérer la nuit, par la chaleur accumulée du calorifère, enfin d'agir l'été comme l'hiver en n'ouvrant que les bouches d'extraction.

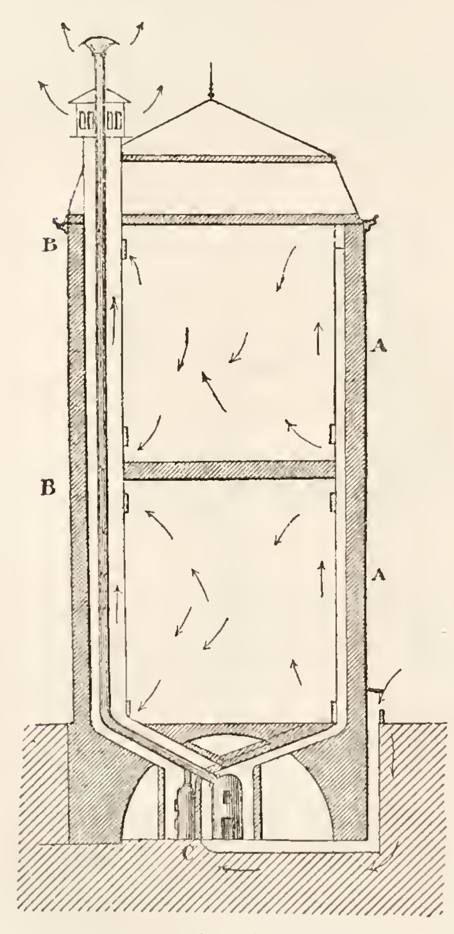


Fig. 321.

Un troisième moyen d'aération, quand on pourra disposer les tuyaux comme dans la figure 321, consistera à employer le calorifère, l'été aussi bien que l'hiver, pour l'arrivée de l'air neuf. En hiver, l'air chaud sera amené par les bouches latérales A, et l'air vicié sortira par les bouches B, ou par les cheminées des appartements, si elles sont allumées. En été, l'air frais arrivera encore par les bouches A, et l'air vicié sera expulsé par les bouches B sous l'appel d'un calorifère spécial placé en sous-sol en C. Lorsqu'il y aura plusieurs étages à ventiler par plusieurs tuyaux, il faudra nécessairement des registres mobiles et des languettes aux divers branchements pour empêcher que l'air vicié d'un étage ne se déverse dans l'autre.

Quand la construction ne se prêtera pas à la disposition précédente et qu'on aura une bouche de calorifère située comme elle doit l'être à l'opposé de la cheminée en C et D (fig. 322 et 323), si l'on peut dis-

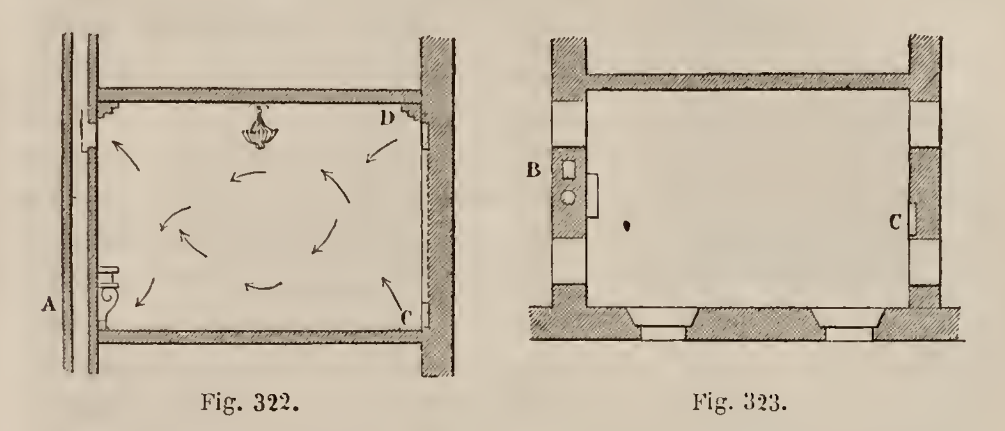


Fig. 322. Fig. 323.

poser d'un tuyau B près de cette dernière, on utilisera pour l'été la bouche du calorifère pour l'arrivée de l'air neuf en le faisant sortir par le haut en D, et l'appel de l'air vicié sera produit suivant les cas par un poêle placé dans la cheminée A, ou dans une chambre de domestique au-dessus, soit enfin par des becs de gaz.

Si l'on a à ventiler un hôtel privé, été comme hiver, il faudra imiter la nature, qui, pour la circulation du sang dans le corps humain, a placé son moteur et ses artères principales au centre avec des branchements particuliers se dirigeant vers les extrémités. Dans un hôtel, l'artère principale sera une gaîne logée, par exemple, dans l'angle inutile d'un escalier et autant que possible au centre du bâtiment. Cette gaîne sera le siége de la circulation à l'intérieur : on y fera aboutir des conduites amenant l'air vicié des pièces à ventiler. Elle servira pour le passage des tuyaux d'eau chaude, si l'on adopte la disposition américaine (fig. 30). A défaut de ce dernier moyen, il nous faudra trouver le cœur, c'est-à-dire, la force artificielle pour déterminer le déplacement de l'air. Si on ne peut disposer de la chaleur perdue des fourneaux de cuisine, on mettra au bas de la gaîne un poêle chauffant une circulation d'eau dans deux tuyaux montant jusqu'au dernier étage : les joints de ces tuyaux seront placés vis-à-vis chaque plancher avec une ouverture qui en rendra l'inspection facile. En haut et en bas, une porte permettra d'introduire et de démonter chaque pièce. On comprend que la ventilation se règlera sur l'activité de la combustion du foyer d'abord, puis sur la surface de

transmission que l'on donnera au tuyau dans l'étage des combles. Cette disposition permettra d'utiliser, pour l'aération des chambres à coucher, la grande capacité calorifique de l'eau; elle fournira de l'eau chaude pour les bains et les lavabos à tous les étages, et, combinée avec des ventouses convenables, elle permettra de commander à la circulation de l'air par l'activité qu'on donnera au foyer.

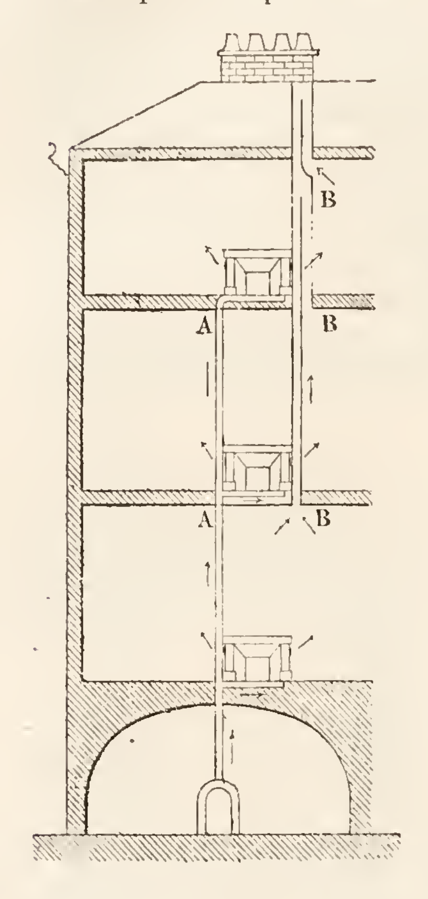


Fig. 324.

La question d'arrivée de l'air neuf a toujours offert beaucoup de difficulté pour en rendre le courant insensible. En hiver, il y a, en outre, nécessité de le chauffer préalablement. Nous avons vu qu'on l'introduit par les corniches percées à jour et par le dessus des portes, dont la moulure du chambranle supérieur serait écartée de quelques centimètres du mur. Un autre moyen consiste à mettre les chambres de chaleur des cheminées en communication avec la gaîne A du calorifère (fig. 324). En hiver, les bouches introduiront de l'air chauffé, soit par le calorifère, soit par les cheminées elles-mêmes, qui sont les ventilateurs par excellence. En été, la gaîne d'air chaud A deviendra une gaîne d'air frais puisé dans les caves, et l'air vicié sera évacué au point B par une gaîne latérale où l'on allumera quelques becs de gaz, ou bien l'on y fera circuler des tuyaux d'eau chaude comme on le fait en grand pour les hôpitaux. Il va sans dire que la gaîne B sera placée à l'opposé de la gaîne d'arrivée.

DES SALLES DE CONCERT.

J'ai vu à peu près toutes les salles de théâtre et de concert de l'Europe et de l'Amérique, et je n'en connais pas une où, en sortant, le spectateur ne prononce le mot sacramentel : ouf ! ce qui pour l'hygié-

niste veut dire : J'ai eu des jouissances intellectuelles de tout genre, voilà pour l'esprit ; mais.... j'étais trop serré, la lumière me fatiguait la vue, j'éprouvais une gêne particulière à respirer, je me sentais assoupi, voilà pour le corps.

Parmi les salles de l'Europe, la meilleure pour l'acoustique et en même temps celle qui est la plus haute expression de la barbarie moderne au point de vue de la ventilation, c'est certainement la salle des concerts du Conservatoire de Paris qu'on peut citer la première. Impossible de réunir à un plus haut degré le talent musical d'un côté et la barbarie hygiénique de l'autre. Si j'étais tout-puissant, je voudrais condamner l'architecte et les administrateurs à vivre dans les cintres au moyen de l'air qu'on y respire et cela « jusqu'à ce que mort s'ensuive, » ce qui ne pourrait tarder.

Ce qui existe là pour une salle, se retrouve partout plus ou moins et surtout dans les salons de nos grandes maisons. Mais pour être musicien, on n'en est pas moins homme, et je me demande toujours comment on peut avoir la prétention de vous amuser quand on vous a mis dans un étau, qu'on vous a plongé dans une atmosphère insalubre et brûlante et qu'on a anéanti votre être physique ? Aussi beaucoup de personnes d'un certain âge et d'une certaine constitution sont-elles obligées de s'interdire les plaisirs du monde, et particulièrement les salles de concert où la circulation est encore moins facile qu'au théâtre.

Il est cependant bien des moyens de remédier à toute cette misère, mais cela ne se fait pas par l'opération du Saint Esprit. Ce qu'on devra toujours éviter, c'est d'envoyer sur les épaules nues des dames en toilette des courants d'air froid ; par conséquent, il faut que l'air neuf soit préalablement chauffé modérément en hiver et qu'il arrive loin des spectateurs, loin des artistes surtout, vers le plafond et par les corniches (fig. 325) pour briser les courants et se mêler à l'atmosphère de la salle. Il ne faut pas penser à le faire arriver par le bas ; quelque précaution qu'on prenne, les bouches d'arrivée seront tou-

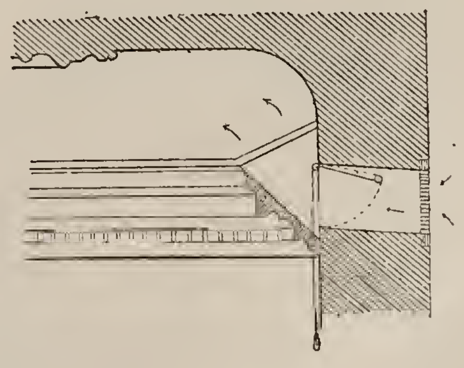


Fig. 325.

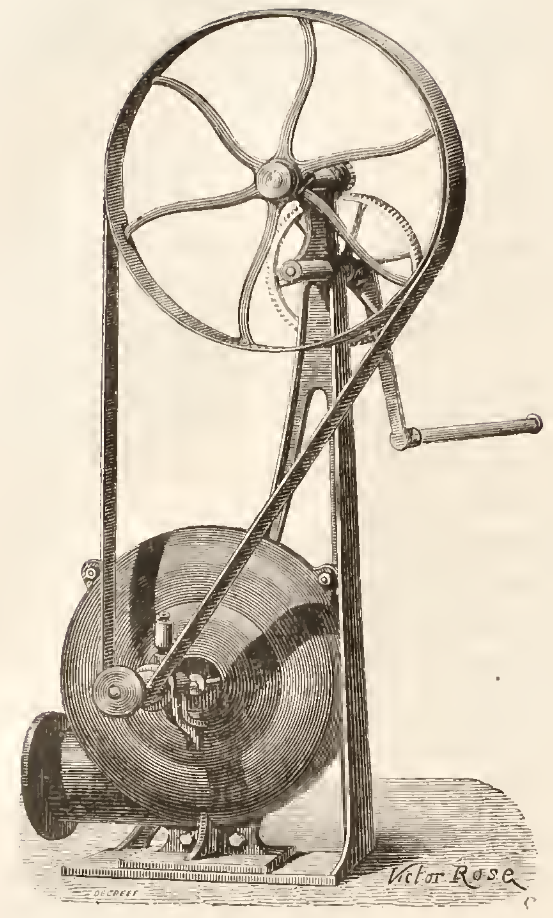


Fig. 326.

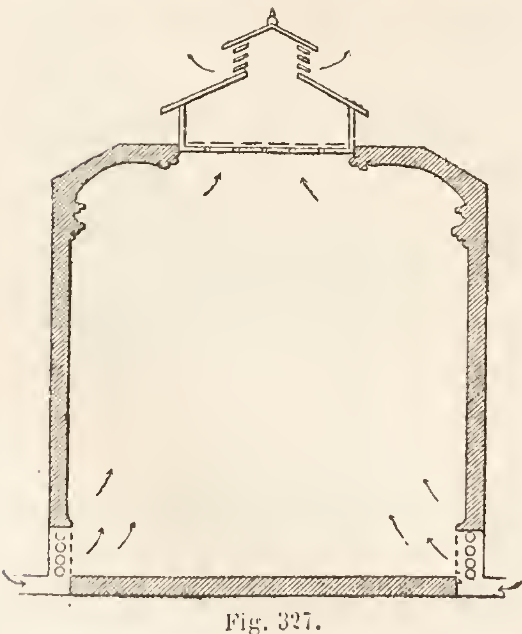


Fig. 327.

jours gênantes : au contraire, les bouches d'extraction mises en contre-bas dans les plinthes ou sous les siéges, ne seront pas même soupçonnées.

Voilà pour la disposition générale : chauffage de l'air en hiver à une température moyenne ; injection de cet air par les corniches à un angle de 45°, loin des artistes ; appel de l'air vicié en contre-bas sous les siéges ou dans les plinthes par des gaînes nombreuses aboutissant au foyer d'appel. A défaut de ce foyer, un propulseur mécanique fort simple (fig. 326), placé en sous-sol, ou dans une pièce quelconque, communiquant par une gaîne avec les corniches et mù par un ou deux hommes suivant l'étendue des salles, suffira pour produire l'effet voulu. L'une des premières conséquences de cette légère pression du dedans au dehors sera d'atténuer le courant des portes. En été, c'est moins de l'air frais qu'il faudra envoyer, que de l'air neuf : qu'on n'oublie pas que l'air nous fatigue beaucoup moins par sa température que par sa composition et surtout par le mouvement

dont il est animé. Nous allons, par notre proposition supprimer la nécessité des éventails, mais on nous pardonnera, je l'espère, en faveur des résultats.

On a essayé souvent de chauffer et de ventiler des salles comme l'indique la figure 327 ; dans certains états de l'atmosphère, ce moyen pourra réussir et l'ouverture seule du plafond vitré, réglé par des châssis mobiles, pourra suffire ; mais dans des climats variables, il arrive souvent que l'air neuf, débouchant par les plinthes, est gênant pour les spectateurs voisins. En second lieu, des courants d'air froid débouchent par le plafond où n'existe pas le troisième terme du problème, la force déterminant la sortie de l'air vicié.

DES SALONS.

Nos observations relatives aux salles de concert s'appliquent exactement aux salons ordinaires de nos habitations. Seulement ici, à certains moments et lors des bals, le mal est plus grave encore, les lumières sont plus nombreuses, les assistants sont plus serrés, la toilette, l'état de transpiration des danseuses rend le rôle de l'hygiéniste plus difficile. Si les générations qui nous ont précédés ont, moins que nous, recouru aux moyens artificiels d'aération, c'est que la vie en plein air était jadis plus générale. Quant aux appartements, leur fermeture était moins parfaite, les vastes cheminées qu'on employait, si elles chauffaient moins ou brûlaient plus de combustible, donnaient lieu à un puissant appel d'air extérieur. Aujourd'hui les appartements sont plus resserrés, mieux clos ; les cheminées sont plus rétrécies, les populations plus agglomérées : les besoins sont donc différents. En principe, dans nos habitations modernes, il faudra, autant que possible, employer nos cheminées actuelles à un double usage. En hiver, elles serviront à la fois au chauffage et à la ventilation par l'appel du foyer. En été, elles serviront à la ventilation seulement par des communications avec des gaînes à registre mobile ménagées près du plafond ; ces gaînes seront au besoin mises en rapport avec une force ventilante, comme nous le verrons plus loin, et on en secondera l'action par des bouches d'arrivée convenablement placées.

Étudions d'abord nos salons, où se réunissent à une heure donnée

et pour une partie de la journée seulement, un très-grand nombre de personnes. Dans ces salons, l'éclairage vient, comme dans les théâtres, vicier l'air dans des proportions considérables. En hiver, la ventilation produite par l'aération combinée des calorifères avec l'appel puissant des cheminées remplira souvent le but ; mais, en été, ces foyers sont éteints ; d'ailleurs, en hiver même, les maîtresses de maison savent que la réunion d'un grand nombre de personnes suffira pour élever la température, soit par l'éclairage des lustres, soit par la respiration des invités dont le corps est à une température supérieure à l'atmosphère ambiante et qui sont chacun un poêle vivant. Or, jusqu'à présent, hormis les orifices forcés pour la ventilation du gaz, orifices imposés par l'administration, nos architectes n'ont eu qu'un but, c'est de clore, de calfeutrer le plus possible nos habitations. Parcourez nos cours de justice, nos écoles, nos salles de concert, on a pensé à tout, excepté au renouvellement de l'air. Entrez dans n'importe quelle maison, demandez ce qu'on a prévu en cas d'assemblée nombreuse, on vous montrera les fenêtres, rien de moins, rien de plus. Voyez, au contraire, aux États-Unis, le soin qu'on prend de ces questions d'hygiène ; sans sortir de Paris, étudiez au Conservatoire des arts et métiers, en haut du grand escalier, le wagon américain : là, tout est prévu, chauffage confortable, lits suspendus, issue à l'air vicié par le gaz des lampes ou la respiration, lavabos, water-closet, tout y est : assurément les hommes qui vivent là comprennent le comfort et l'hygiène.

Il y a dans les salons à résoudre un problème des plus difficiles : tenir les appartements à une température égale et convenable et éviter les courants d'air si perfides pour les dames en toilette de bal, car, suivant le proverbe chinois, « il faut éviter le vent qui se glisse par une ouverture étroite ; il est plus perfide que la pointe d'une flèche. » Il faut avoir égard à la différence de sensibilité au froid de certaines personnes, les unes pouvant supporter sans malaise une grande chaleur, d'autres se trouvant très-facilement congestionnées, enfin il faut alimenter les pièces avec de l'air pur et sans qu'on s'en aperçoive ; c'est ici qu'il y a lieu d'appliquer le vers de Boileau :

La critique est aisée, et l'art est difficile.

Lorsque, dans un salon, on ne pourra disposer ni du dessus ni du dessous de la pièce, ce qui est le cas le plus ordinaire, il faudra ad-

mettre l'air nouveau, soit par des pilastres adossés au mur et convenablement décorés, mais toujours avec une ouverture dirigée vers le plafond, soit dans les corniches, comme l'indique la figure 325, où l'air arrive par des orifices très-divisés et va frapper le plafond avant sa descente. Il est bien entendu que le tuyau sera rond, carré ou triangulaire, peu importe, suivant la forme de la corniche pourvu qu'il ait une section suffisante. La gaîne d'arrivée ou d'insufflation sera, je suppose, dans une pièce voisine en A (fig. 328), ou bien à l'étage

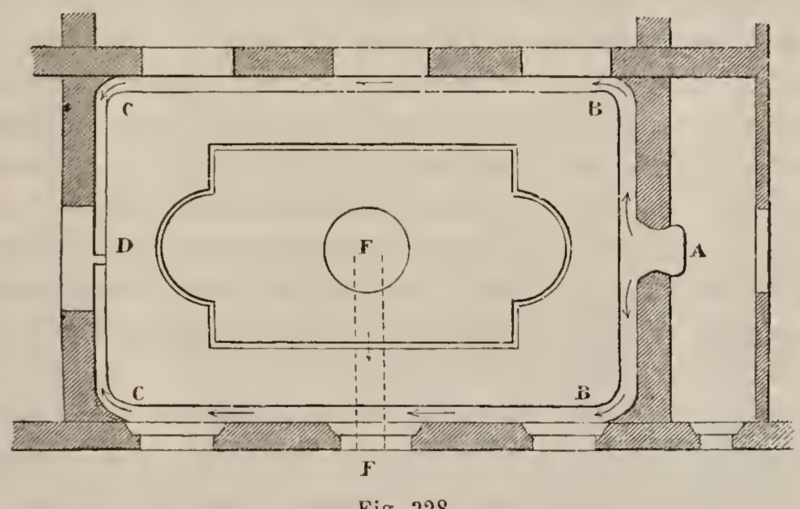


Fig. 328.

inférieur ; là, elle se bifurquera et les tuyaux seront dirigés en B, C, D, sans quoi l'air entrant sortirait en entier près de l'arrivée et la pièce ne serait pas ventilée également. Au besoin, et suivant les cas, la gaîne E, F, ménagée entre deux solives, partant de la rosace à jour, servira à l'échappement de la chaleur causée par le lustre et aboutira à une cheminée. L'air vicié, appelé par le foyer ou par un ventilateur, sera aspiré par des stylobates ou par des grilles placées du côté opposé à l'arrivée. Deux thermomètres, logés dans les deux conduits d'aspiration et d'insufflation, indiqueront la température de l'air à l'arrivée et à la sortie. L'air vicié pourra aussi être extrait par un appel produit dans la cheminée avec un poêle portatif ou mieux, comme nous l'avons expliqué précédemment, par des becs de gaz, dont le tuyau ne sera placé et ne fonctionnera que les jours de réception. Le rideau ordinaire sera levé et remplacé par un treillage en bois doré garni de fleurs et laissant un libre accès à l'air vicié.

Dans les maisons anciennes, on ne pourra guère employer que des

palliatifs, qui consisteront surtout à établir dans la partie supérieure de chaque fenêtre des vasistas dont l'ouverture sera réglée suivant la saison.

On ne saurait trop les multiplier pour diviser l'air rentrant derrière les rideaux et rendre son action insensible. A défaut de vasistas, on fera des ouvertures à coulisses dans les bâtis supérieurs de chaque fenêtre : on ouvrira les bouches de la cheminée et on ménagera au-dessus de la rosace du plafond, ou des angles des corniches, des gaînes de sortie réglées par une soupape. Au-dessus des chambranles des portes, on posera aussi des gaînes longues et étroites qui seront invisibles et dirigeront l'air rentrant vers le plafond. Surtout, qu'on ne bouche pas complétement comme on le fait, hélas ! partout, par des fleurs, l'orifice des cheminées qui, avec quelques précautions, peuvent aider puissamment à la ventilation. On comprend que les moyens que l'on peut employer pour des salons varient à l'infini, suivant la disposition des lieux. Nous devons nous borner à donner quelques indications générales en renvoyant, pour les détails d'application, aux autres parties de ce travail.

Ne terminons pas ces réflexions sans insister sur un point capital, c'est que l'ensemble des mesures que nous proposons suppose un maître de maison intelligent et soigneux du bien-être de ses invités. En général, on pense à tout, aux artistes musiciens, aux lumières, au souper, aux toilettes tapageuses, aux fleurs, à tout enfin, sauf au renouvellement de l'air respirable et l'on fait une fatigue de ce qui devrait être un plaisir. Pour l'amour de Dieu, et de nous-mêmes, donnons un peu moins au luxe et un peu plus à l'utile, n'étouffons pas nos amis sous prétexte de les amuser et consacrons une modeste part de nos dépenses à améliorer ce qui ne se voit pas, aussi bien que ce qui se voit.

DES SALLES D'ASSEMBLÉE.

Bien que le chauffage et la ventilation de ces salles de grande réunion sortent des limites de cet ouvrage destiné aux habitations privées, il ne sera pas sans intérêt, néanmoins, d'en dire quelques mots pour confirmer et éclairer nos études sur nos modestes demeures.

Les premières expériences, faites sur une grande échelle, eurent

lieu d'abord en Angleterre où nous avons vu, en parcourant l'histoire de la ventilation, les divers moyens proposés depuis Christopher Wren jusqu'à nos jours pour les chambres du Parlement. On avait, là comme ailleurs, à résoudre un problème que j'appellerai insoluble d'une manière complète, et à partir de 1835, on mit à contribution tout ce que la Grande-Bretagne renferme d'illustrations scientifiques pour appliquer leurs conseils dans les salles de Westminster. Tous ces plans se trouvent décrits dans de volumineux rapports officiels, publiés de 1835 à 1852. On peut dire qu'il n'est pas d'expérience qu'on n'ait faites, pas de systèmes qu'on n'ait essayés, pas de savants qu'on n'ait consultés et cela avec des dépenses énormes pour obtenir des résultats qui donnent satisfaction à tout le monde, chose impossible à obtenir dans des assemblées dont les besoins, les tempéraments et les préjugés varient à l'infini.

Nous ne referons pas l'histoire de tous les essais tentés depuis longtemps. Bornons-nous à expliquer l'état de choses actuel et à rappeler, qu'à Londres, les deux chambres du Parlement, placées le long de la Tamise, sont réunies dans un même bâtiment par une vaste salle centrale sous laquelle on a placé les appareils de chauffage, qui sont d'immenses chaudières à vapeur. On a préféré la vapeur à l'eau chaude parce que son action est plus prompte et qu'elle permet plus rapidement de varier la température d'un lieu donné. Le nombre des membres présents dans les séances varie beaucoup : il faut donc pouvoir varier aussi la ventilation et, dans ce but, un télégraphe met en communication le speaker avec l'ingénieur chargé de modifier et de régler la température suivant les besoins. Comme nous le verrons tout à l'heure, le mode d'éclairage diffère dans les deux Chambres, mais le chauffage est unique et les mêmes chaudières servent pour les deux ailes du bâtiment. Chacune de ces ailes, renfermant, l'une, la Chambre des lords, l'autre, la Chambre des communes, est chauffée par une disposition qu'indique la figure 329. L'air, provenant des terrasses qui longent la Tamise, entre par des persiennes A, dont on peut régler l'ouverture dans une première chambre B. Là, suivant les besoins et les saisons, l'air traverse des jets d'eau froide pulvérisée par un tube C, d'où elle sort avec force contre un obstacle placé à l'avant. Si au contraire, on veut augmenter l'humidité de l'air sans le refroidir, au moyen du tuyau de vapeur D, on laisse tomber du tuyau E placé au-dessus des jets divisés, qui se vaporisent et se

règlent suivant les besoins. Dans la chambre voisine F, se trouvent les appareils de chauffage proprement dits. Ce sont les « Steam-

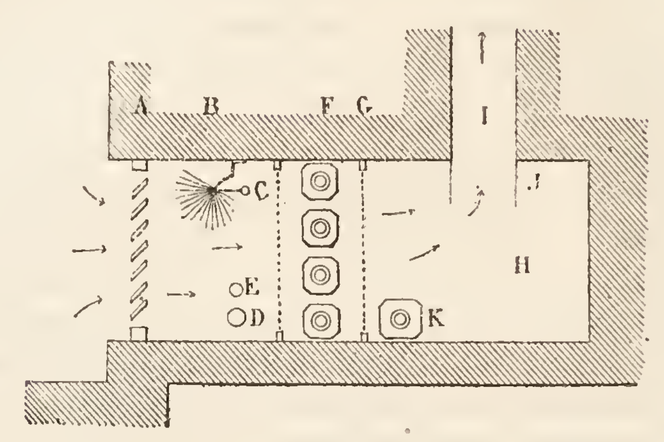
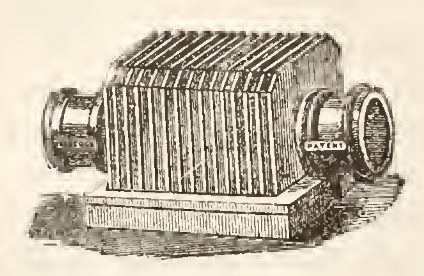


Fig. 329.

batteries » de M. Gurney, formées de lames de métal de 0^m,30 de diamètre environ, disposées comme on le voit dans la figure 330, autour d'un tuyau de vapeur et à la distance d'un centimètre les unes des autres. Leur nombre, c'est-à-dire, les surfaces de transmission, sont calculées suivant le volume d'air à chauffer. De là, l'air passe à travers une paroi G, formée d'une toile pelucheuse, à mailles de 0^m,002, environ, qui a pour


Fig. 330.

but de tamiser les poussières de l'atmosphère. Arrivé dans la vaste chambre H, l'air monte par des conduits circulaires I et se distribue dans les diverses parties de la salle où il débouche sous les planchers par des grilles à jour couvertes de tapis et de nattes. Au bas du tuyau I, se trouvent des jupes J, en toile, qui, lorsque le courant est trop vif, s'élèvent et ferment temporairement les passages d'air. De plus, pour modifier au besoin la température, suivant que la salle est vide ou subitement remplie, quand une question grave rappelle tous les membres à leur siége, on a placé en H une série de batteries de renfort K, que l'on couvre ou l'on remplit de vapeur à volonté suivant les ordres du speaker, qui transmet télégraphiquement ses ordres à l'inspecteur. C'est pour ce motif et afin d'avoir des moyens d'action rapide qu'on a préféré l'em-

ploi de la vapeur à celui de l'eau chaude pour les appareils de chauffage.

La sortie de l'air vicié a lieu dans les interstices des panneaux des plafonds situés sous les combles ; il est activé par l'appel d'un vaste foyer situé à la base d'une cheminée. Pour régler cet appel et pour mettre les sorties de fumée à l'abri des vents, on n'a pu employer les moyens ordinaires qui auraient nui à l'effet décoratif de l'édifice. On a renfermé les tuyaux de fumée dans des tourelles métalliques imitant le style architectural des bâtiments, et à l'intérieur, on a disposé une hélice A (fig. 331), qui se meut par deux jets de vapeur B renfermés dans une cavité où le mécanisme à l'abri de la fumée peut se régler par un robinet.

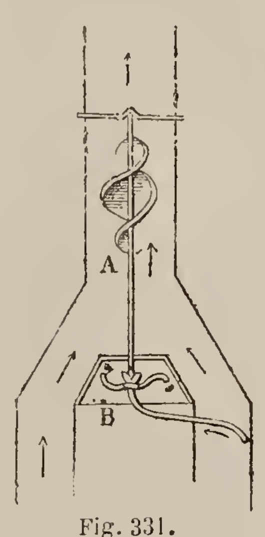


Fig. 331.

Il nous reste à dire quelques mots de l'éclairage, qui joue un grand rôle, puisque les séances se prolongent souvent fort tard dans la nuit. La Chambre des lords est éclairée par des « sun-burners » ou lustres à jets directs, sans globe, qui projettent une lumière très-vive, mais fatigante pour la vue. La Chambre des communes est éclairée par des panneaux lumineux garnis de verres de couleur dans le genre de nos nouveaux théâtres. Ces panneaux tamisent la lumière de deux cercles de becs de gaz munis de réflecteurs et les produits de la combustion, au lieu d'avoir accès dans la salle, servent au contraire à en extraire l'air vicié.

A Paris, ce n'est qu'en 1868 qu'on a songé sérieusement à faire un travail complet pour le Corps législatif. Jusqu'à ce moment, l'exiguïté des dispositions prises rappelaient ce qu'on observe toujours dans les anciens appareils, c'est-à-dire, arrivée d'air trop chaud par en bas, avec une vitesse trop grande, par des ouvertures trop étroites, évacuation incomplète de l'air vicié, courants d'air insupportables près des portes, etc. Tous ces inconvénients se retrouvent dans les théâtres, où, comme dans la Chambre des députés, les capacités à chauffer se composent à la fois de la salle proprement dite et des corridors-couloirs, ou salons qui y conduisent. Pour obtenir des résultats satisfaisants, il est indispensable de se rappeler que ces deux capacités concentriques tantôt unies, tantôt séparées doivent être également

chauffées et ventilées, pour éviter les courants des portes; c'est pourquoi, dans les dispositions nouvelles du Corps législatif, on comprit dans le système général de chauffage et de ventilation, non-seulement la salle, mais les corridors et les vastes dépendances qui y sont contiguës. On fit tout le contraire de ce qui avait été fait jusqu'à présent dans les chambres du Parlement à Londres, où l'air neuf a toujours été admis par en bas et l'air vicié évacué par le plafond. Comme au Conservatoire des arts et métiers et comme l'avait proposé le Dr Reid en 1844, pour la Chambre des communes, on a appliqué la ventilation renversée et par appel seul, c'est-à-dire, que l'arrivée de l'air neuf a lieu par les corniches et la sortie de l'air vicié par des ouvertures pratiquées dans le sol sous les banquettes et à divers points de la salle. L'appel a lieu par une cheminée centrale de 20 mètres de haut où passent les conduits de fumée des calorifères. Au besoin, une grille spéciale de renfort maintient la température de la cheminée d'évacuation à 20 ou 25° de différence avec la température extérieure, pour assurer le fonctionnement de l'appel. L'intérieur de la salle des séances doit être maintenu à 18 ou 20° et le renouvellement de l'air a lieu une fois par heure dans la proportion de 20 à 25 000 mètres cubes. Ce qui distingue surtout la nouvelle installation de l'ancienne, c'est l'adoption des calorifères en briques creuses ou à transmission céramique (fig. 215 à 217), dont les bons effets s'étaient déjà fait sentir dans des hôpitaux et dans d'autres grands établissements.

A Versailles, des travaux semblables ont dû être exécutés pour transformer la salle de spectacle en salle d'Assemblée, mais les dispositions prises pour le chauffage et la ventilation ont dû différer de celles qu'on avait appliquées si heureusement à Paris. En effet, on n'avait à sa disposition que le théâtre, dont la construction se prête peu aux séances de jour. Il fallait obtenir à la fois : lumière, chaleur et ventilation. Pour le premir point, on découvrit une partie du plafond qu'on referma par une toiture légère en fer et verre dépoli. Une partie des verres fut rendue mobile pour l'évacuation par le haut de l'air vicié. Inutile de dire que le toit extérieur du théâtre est vitré et donne par conséquent accès à la lumière. Quant au chauffage, on fut mis en présence de la difficulté qu'on rencontre dans les salles de spectacle composées de deux parties concentriques, tantôt réunies par les portes des loges, tantôt séparées après le lever du rideau. A Versailles, on dut pour l'hiver : 1° fermer hermétiquement et cal-

feutrer toutes les ouvertures; 2° chauffer largement tous les corridors et les vestibules ; 3° installer des deux côtés de la salle des calorifères puissants qui, par des arrivées d'air de près de 4 mètres superficiels, déversent dans la salle de l'air à une température moyenne modifiée à volonté par des chambres de mélange. Le matin, la température de la salle est moindre que celle des corridors et de l'enveloppe. Lors de ma visite par un froid de — 2° extérieur, le thermomètre, à 10 heures du matin, marquait + 11° dans la salle et 15 à 16° dans l'enveloppe, c'est-à-dire, entre l'intérieur du théâtre et les murs extérieurs. La salle s'échauffe graduellement pendant la séance et on ouvre au besoin les vasistas supérieurs. On remarquera que l'air neuf, au moyen d'une chambre de mélange, qui sert de régulateur, n'arrive dans la salle qu'à une température moyenne de 20°. De cette manière, on ne modifie jamais dans ses propriétés essentielles la nature de l'air respirable ; en second lieu, on obtient une égalité suffisante aux divers points de la salle; enfin l'on évite les courants ascendants qu'il est impossible d'empêcher quand l'air rentrant arrive à une température très-élevée, qui le fait monter rapidement dans les parties hautes, vers les bouches d'extraction.

Voilà pour l'hiver. En été, l'aération s'opère naturellement, la position du théâtre y rendant très-facile la circulation de l'air. En effet, il est sur un point élevé et comparativement isolé d'autres bâtiments. L'ouverture des vasistas des nombreuses fenêtres, qui percent les murs extérieurs, rend l'accès de l'air neuf des plus faciles et suffit abondamment à la ventilation.

DES AMPHITHÉATRES.

En étudiant la ventilation des écoles, nous avons donné (fig. 316) une disposition convenable pour les petits amphithéâtres. Lorsqu'il s'agira de locaux plus considérables, comme le Conservatoire des arts et métiers de Paris, on ne saurait mieux faire que d'imiter les dispositions établies par le général Morin, qui personnifie en France la science de la ventilation et qui est, de tous nos savants, celui qui a fait le plus pour la rendre populaire par ses conseils et par ses nombreux écrits. Ceux qui dans leur jeunesse ont fréquenté les amphithéâtres pour écouter les Dupin, les Pouillet et les Clément Desormes,

se rappelleront encore l'état de l'atmosphère vicié par six ou sept cents auditeurs chez lesquels la propreté est certainement l'exception. Aujourd'hui, il n'est pas de salon à Paris où l'air soit plus pur, la température plus régulière : et combien coûte cet inestimable bienfait? D'après les rapports publiés dans les Annales du Conservatoire, il y a plusieurs cours recevant en moyenne, dans les deux amphithéâtres, deux mille personnes : les frais de chauffage et de ventilation ne s'élèvent qu'à 12 ou 15 francs par jour. Ajoutez-y l'intérêt des appareils et les frais accessoires et déduisez-en le chauffage ordinaire, qui aurait lieu dans tous les cas, il restera à peine une dépense de 0 fr. 10 par auditeur et par jour. Les fig. 332 et 333 donnent une idée géné-

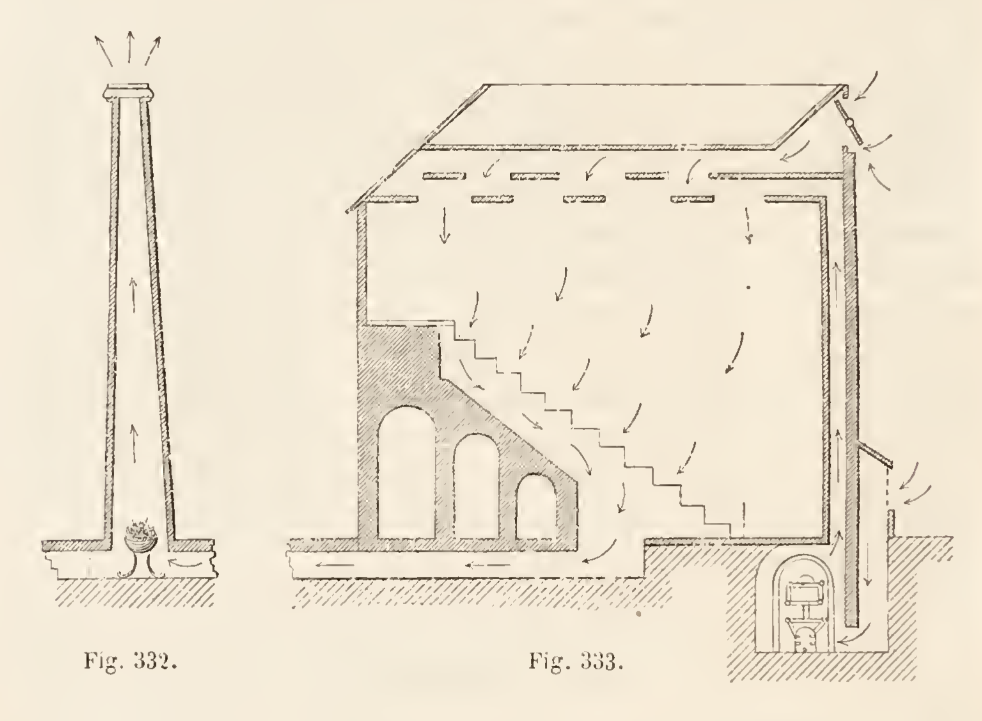


Fig. 332. Fig. 333.

rale de la disposition adoptée pour les deux amphithéâtres dont nous parlons et qui sont séparés par une cour où se trouve la cheminée centrale d'évacuation. Le calorifère, avant l'ouverture des cours, agit comme chauffage seulement et envoie de l'air chaud dans les parties basses de la salle et les pièces contiguës. La ventilation ne fonctionne que pendant les leçons. L'air chaud, changeant alors de destination, monte dans une gaîne spéciale vers les combles, où il se mélange à l'air extérieur pour n'entrer par les ornements du plafond qu'à une température moyenne de 18°. De là il descend en contre-bas vers les gradins, où il pénètre dans une gaîne collective qui le dirige vers le foyer d'ap-

pel entretenu au bas de la cheminée commune d'évacuation. Il est inutile d'ajouter que les ouvertures ordinaires à l'extérieur doivent être soigneusement closes par des tambours chauffés et munis de portes ouvrant du dedans au dehors. Les rentrées d'air chaud ou froid et les gaînes d'appel sont réglées et disposées suivant les saisons. C'est, chez nous, la première application en grand aux salles d'assemblées du système de ventilation renversée des mines. Nous l'avons vu employer avec succès dans la Chambre des députés. Il est inutile de dire qu'en été, les mêmes dispositions sont utilisées pour le renouvellement de l'air, uniquement par l'allumage du foyer d'appel.

DES PRISONS.

De même que les salles d'assemblées, les prisons ne rentrent pas dans le cadre de nos études, mais un examen rapide complétera les principes que nous avons posés pour nos habitations en général.

Après les hôpitaux, les prisons sont les constructions où un encombrement forcé peut amener les maladies les plus graves et où, d'ailleurs, les détenus, quelquefois innocents, sont obligés de passer des mois entiers, des années même, dans des dispositions physiques et morales les plus défavorables. Il est donc de la plus haute importance de ne pas ajouter à leur misère celle d'un air impur comme on en a tant d'exemples.

La première installation importante où fut appliquée la ventilation renversée, imitée depuis au Conservatoire des arts et métiers et à la Chambre des députés, a été faite à Londres, dans la prison cellulaire modèle de Pentonville, et publiée en 1844 par le major Webb. Le plan qu'on se proposait était : 1° de fournir à chaque prisonnier de l'air chaud ou froid en quantité suffisante sans qu'il en sentît le courant; 2° d'effectuer le déplacement d'une quantité égale d'air vicié; 3° enfin d'éviter tout rapport entre les prisonniers par la transmission du son.

Dans ce but, on mit dans les caves des bouilleurs, d'où partaient des tuyaux d'eau chaude circulant sous les planchers et les corridors du rez-de-chaussée (fig. 334). De là des branchements séparés d'air chaud pour chaque cellule aboutissaient dans une grille placée au

plafond pour la mettre hors de la portée des détenus. Au côté opposé se trouvait en contre-bas une bouche d'extraction d'air vicié dirigée par une gaîne distincte vers le collecteur placé sur le toit. Là, on utilisait la fumée des foyers et on allumait des feux réglés suivant les besoins pour faire appel à l'air vicié.

En France, vers 1849, la prison cellulaire de Mazas fut chauffée et ventilée à Paris à peu près par les mêmes principes. Puis, en 1871, des perfectionnements furent apportés par M. d'Hamelincourt, qui ap-

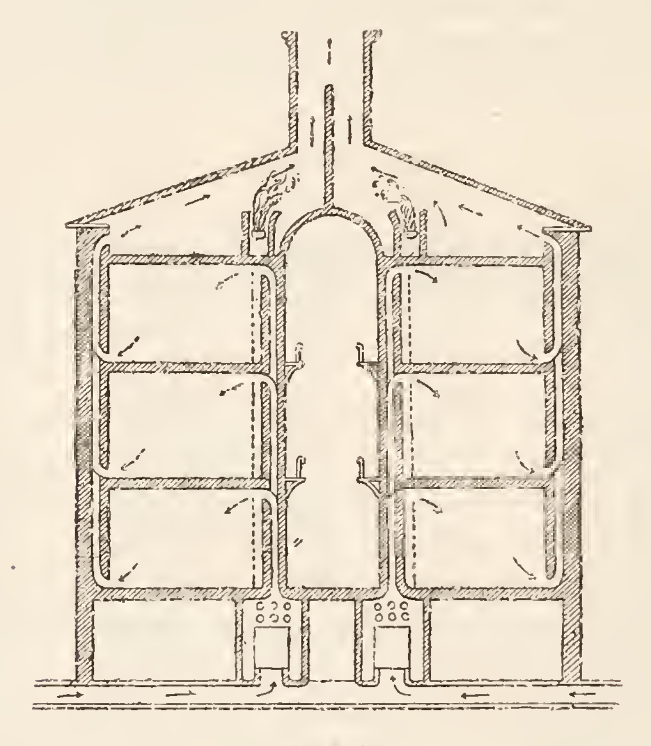


Fig. 334.

pliqua une circulation verticale de tuyaux de vapeur au lieu d'eau chaude pour améliorer la température des cellules. Comme à Pentonville, des branchements particuliers furent établis dans les angles opposés à la bouche d'extraction et un ventilateur à hélice fut ajouté dans la cheminée d'évacuation pour commander à l'appel de l'air vicié.

Cette indication générale suffira pour démontrer les principes généraux appliqués à la ventilation des prisons. Les systèmes employés varient à l'infini suivant les constructions et les besoins, mais leur étude détaillée n'est que l'application des principes généraux que

nous avons posés et elle sort du plan plus modeste de notre travail.

DES NAVIRES.

Parmi les enceintes closes où l'homme doit forcément vivre, un vaisseau est, après la fourmilière ou la ruche d'abeilles, le lieu où sont accumulées en plus grande abondance les causes de viciation de l'air. Ces causes dépendent à la fois des matériaux dont est formé le navire, de la présence des machines à vapeur, des climats brumeux, froids ou brûlants où l'on navigue, de la nature des marchandises renfermées sous les ponts, du nombre des passagers ou même des animaux qu'on transporte, etc. De là sont nés les efforts que les hygiénistes ont faits, de tout temps, pour aérer les vaisseaux et qui deviennent aujourd'hui bien plus nécessaires, puisque en temps de guerre, par exemple, on embarque dans des espaces resserrés un nombre de troupes qui eût exigé autrefois quatre ou cinq fois autant de navires. De plus, les nécessités du combat forcent à réduire la place consacrée aux hommes, pour augmenter la puissance de l'artillerie et des moyens de locomotion. De là un encombrement fatal aux troupes et aux chevaux transportés dans nos guerres lointaines. Nous n'en avons, hélas! que de trop nombreux exemples, surtout en dernier lieu, dans les expéditions de Crimée et du Mexique.

Après le soin de la vie humaine et les besoins de la guerre, l'importance des transports commerciaux est venue attirer très-sérieusement l'attention des constructeurs. La détérioration des cargaisons de grains et des marchandises susceptibles de fermentation pendant la traversée ont prouvé toute l'importance d'une ventilation énergique.

Nous avons vu, en étudiant l'histoire de l'aération, que Hales, en 1741, Duhamel du Monceau, en 1748, et Sutton, en 1749, avaient proposé différents moyens dont le principal consistait à utiliser la chaleur perdue des foyers de cuisine pour faire appel à l'air vicié des cales. Au commencement de ce siècle, le marquis de Chabannes proposa d'appliquer des dispositions fondées sur les mêmes principes (fig. 335), c'est-à-dire des tuyaux partant des différentes parties d'un bâtiment et venant envelopper un tuyau d'appel, surmonté d'une gueule de loup, utilisant la force du vent par entraînement. Ce même moyen a

été proposé à nouveau, sous divers noms, dans les derniers temps, et particulièrement par le docteur Reid, qui a fait de cette question une étude particulière.

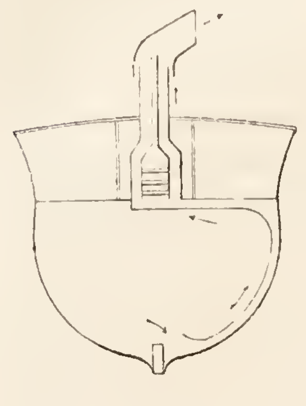


Fig. 335.

En somme, on a eu recours : 1° aux manches à vent en toile ou en fer. Ils rendent de réels services, mais leur emploi seul ne suffit pas, surtout pour les transports de troupes et dans les traversées sous les tropiques. Ainsi, pour les navires à voiles qui n'ont généralement que ce moyen à leur disposition, si le temps est calme, l'aération cesse au moment où elle est le plus utile. Il en est de même dans les mauvais temps où l'on est obligé de fermer toutes les ouvertures. Enfin, le courant injecté par le manche à vent n'agit souvent que sur un point où il est trop vif, tandis qu'il est nul sur d'autres.

2° Dans les traversées des pays chauds, on a eu recours aux mâtures en fer creux, transformées en cheminées d'appel, munies d'ouvertures à la hauteur des divers ponts et utilisant ainsi la force gratuite du soleil, qui augmente son action au moment où l'aération est le plus nécessaire. Mais ce moyen accessoire n'offre ni certitude ni régularité quand il s'agit du transport de passagers nombreux ou de marchandises très-sujettes aux avaries, pendant un long voyage de l'Inde ou de l'Amérique du Sud en Europe.

3° On s'est servi des feux des fourneaux de cuisine, qu'on alimentait par l'air puisé dans les cales, ou bien on entourait la cheminée d'une double enveloppe, afin d'en utiliser la fumée pour l'appel de l'air vicié. Mais pour que ce moyen fût réellement efficace, il faudrait l'accompagner d'une distribution convenable de tuyaux d'appel qui, dans certains cas, prendraient trop de place. En outre, l'action des foyers serait souvent trop faible la nuit, au moment où l'aération est le plus utile. Il faudrait donc nécessairement entretenir les feux d'une manière constante.

4° Enfin, on a emprunté aux steamers une faible partie de leur force motrice pour faire agir des ventilateurs mécaniques. On en a obtenu des résultats excellents, par exemple, à bord des monitors américains, où l'intérieur des bâtiments n'est en communication avec l'air extérieur que par la partie centrale et où les fumées de la poudre exigent

des précautions exceptionnelles. Dans ce dernier cas, le système d'appel serait trop lent et demanderait des conduits trop larges, là où la place a une importance capitale. C'est pourquoi dans les grands bâtiments le système par insufflation sera préféré. Il n'exige que des tuyaux de faible diamètre prenant toutes les formes, suivant tous les contours et les anfractuosités de ce dédale qu'on appelle un vaisseau de guerre. Il a en outre cet avantage, de diviser l'air neuf, de le régler par des registres, de le porter aux points où il est nécessaire et à de grandes distances. L'injection pourra se combiner avec l'aspiration produite par les cheminées des machines, par la chaleur perdue des fourneaux de cuisine et par l'action de ventilateurs aspirants terminés par des chapeaux mobiles qui utilisent la marche du navire et la force du vent. Il faudra toujours faire arriver l'air neuf très-divisé de manière à n'être point un danger pour les hommes.

L'injection prendra une importance d'autant plus grande que les navires tendent à se mettre sous l'eau pour éviter les coups et que, d'un autre côté, on a accumulé sous la ligne d'eau des pièces d'artillerie formidables, exigeant un renouvellement d'air considérable. L'aération abondante ne sera pas seulement utile aux hommes, elle préservera la membrure des navires des dégâts de la pourriture sèche ; elle évitera surtout dans les grains ou les autres marchandises susceptibles de fermentation, l'échauffement et les autres causes de dépréciation qui compromettent des cargaisons entières.

M. de Montdésir a repris l'idée émise à diverses époques et notamment par M. Sochet, ingénieur de la marine, et par M. Bourdon, ingénieur civil. A l'avenir, toute construction de navire comportera une circulation d'air, mis en mouvement par une machine spéciale, absolument comme la circulation du sang dans le corps humain est activée par les contractions du cœur. Dans les navires à voiles, qui du reste disparaissent tous les jours, on aura un foyer d'appel ou un ventilateur spécial mû par une machine, quand la nature du transport l'exigera. Dans les steamers, qui sont les transports de l'avenir, ou bien on aura une machine servant à activer le foyer des chaudières et en même temps à injecter l'air neuf dans le système aérien du navire ; ou bien on empruntera à la machine elle-même une minime portion de sa force pour ventiler le bâtiment, absolument comme on lui emprunte sa vapeur, pour le chauffer, par des tuyaux qui circulent dans des gaînes à double enveloppe, sous les planchers des cabines.

DES CUISINES.

La fumée de nos fourneaux de cuisine, après avoir chauffé nos bains, doit servir à ventiler la cuisine elle-même, une écurie, un cabinet d'aisance, ou une pièce quelconque mise en communication, non pas avec le tuyau de cheminée, mais avec un double tuyau contigu. La difficulté pour l'aération économique est toujours de trouver le moteur ou la force gratuite nécessaire au déplacement de l'air, quand la température extérieure et intérieure ne diffèrent pas sensiblement; or, dans toute maison, on a une cuisine, un foyer, c'est-à-dire un moteur tout prêt, très-simple, portant le remède à côté du mal. Ici, je ne puis résister au plaisir de citer notre maître d'Arcet : « Avec une ventilation convenable, nos cuisinières travailleront devant leur fourneau sans être fatiguées par l'odeur du charbon; elles ne s'échaufferont pas, leurs têtes ne seront pas exaltées, ainsi qu'on le remarque souvent, ce qui est aussi nuisible à leur santé qu'aux domestiques de service autour d'elles, et même pour les maîtres et les enfants, qui, souvent, n'osent pas entrer dans la cuisine, afin d'éviter tout sujet de querelle, soit pour ne pas avoir le chagrin de voir la cuisinière hors d'elle-même, ayant le visage rouge et gonflé, les yeux hors de la tête, la figure couverte de sueur, et n'indiquant que trop le malaise qu'elle éprouve. »

Avouons que les choses n'ont guère changé depuis d'Arcet. Dans les cuisines, comme ailleurs, le point délicat est l'introduction de l'air nouveau : il faut disposer les fourneaux de telle sorte, qu'en hiver, l'air de remplacement arrive latéralement en s'échauffant légèrement au contact des fourneaux eux-mêmes, car, si l'air arrive froid et par derrière, on ne tardera pas à fermer toutes les ouvertures, et, par conséquent, à arrêter toute ventilation ; en été, les vasistas seuls suffiront pour l'arrivée.

Il ne faut pas oublier que pour ventiler une cuisine d'une manière efficace, il ne faut pas seulement un tuyau double, l'un pour la sortie de la fumée, l'autre pour l'arrivée, mais encore des prises d'air suffisantes. En effet, il pourra arriver dans certaines saisons que le tuyau de ventilation, au lieu de servir à l'ascension des odeurs de la

cuisine, servira de tuyau descendant, quand la combustion sera très-active et l'appel du foyer puissant.

Il n'est pas inutile de dire ici un mot du système de tuyaux unitaires proposés à Londres depuis longues années, et destinés, à l'imitation des cheminées d'usine, à réunir en un seul conduit de fumée tous les foyers d'un même pan de mur. Déjà, en 1850, Walker avait proposé pour les maisons particulières les dispositions fig. 336 et 337.

Le centre du tuyau donnait passage à la fumée de tous les étages, et les cloisons latérales aux différents orifices d'air vicié communi-

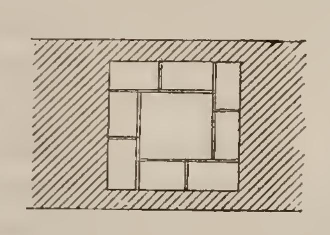


Fig. 336.

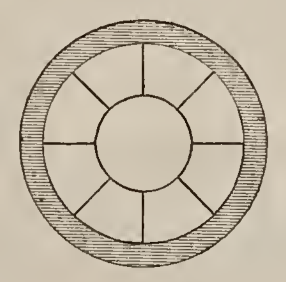


Fig. 337.

quant avec chaque pièce. Il conseillait : 1° d'employer la tôle d'une forte épaisseur pour les parois conductrices; 2° de pousser la cheminée de chaque pièce jusqu'au plafond où elle entrait à 45 degrés dans le tuyau collecteur; 3° de disposer pour chaque foyer des trappes fermées chaque fois que le feu était éteint; 4° enfin de mettre autant que possible en bas du tuyau central la cheminée de cuisine dont la combustion presque constante devait entretenir un tirage régulier.

Ce principe, employé depuis longtemps sur une grande échelle dans les industries où il y a des foyers nombreux, où l'on entretient une combustion presque continuelle dans le bas, et, par conséquent, un puissant appel, ce principe, dis-je, appliqué à nos modestes maisons dans un but d'économie d'espace et de dépense, a pour lui des avantages et des inconvénients qui doivent rendre son emploi fâcheux dans certains cas. Ainsi, quand dans les étages inférieurs où les foyers ne sont pas allumés, on n'aura pas fermé les trappes des appareils, quelquefois la fumée, au lieu de monter, peut redescendre dans les pièces du dessous ; l'air froid, venant par les foyers ouverts comme dans les fourneaux de cuisine où l'on ouvre la trappe de ven-

tilation, peut amortir et gêner le tirage, surtout s'il y a appel par des foyers allumés dans d'autres pièces; enfin ces tuyaux communiquant d'une chambre à l'autre par le tuyau collecteur, conduisent le son à l'instar des porte-voix, comme on en a l'exemple dans les cellules de prisonniers qui s'entendaient entre eux par les tuyaux de descente des fosses de leurs cellules jusqu'à ce qu'on ait inventé une disposition pour empêcher la transmission du son.

La véritable application des tuyaux unitaires est dans les casernes et dans les cheminées de cuisine des maisons à petits loyers, où deux tuyaux peuvent suffire pour tous les étages, l'un pour la fumée, l'autre pour la ventilation. Ici, les conditions ne sont plus les mêmes : il y a combustion presque continue, hiver et été; les tuyaux en poterie sont donc presque constamment chauffés, et par conséquent faisant appel; la fumée des fourneaux, au lieu d'entrer dans le collecteur à 0^{m},80 du sol, n'y entre que par le haut, près du plafond, par un conduit séparé de 2 mètres de long en moyenne, qui seule donnera un tirage suffisant, et qu'on disposera soit dans le mur même en A, comme l'indiquent les figures 338 et 339, soit sur le devant en B, mais toujours à côté, pour s'échauffer réciproquement. Enfin un seul tuyau de ventilation C peut suffire, ses parois étant fortement chauffées; seulement il faudra, pour faciliter le tirage, disposer une languette en tôle de 50 à 60 centimètres, à l'entrée, pour éviter l'obturation formée par les courants inférieurs, et l'on n'oubliera pas les bouches d'introduction d'air neuf, car à leur défaut, si le tirage du fourneau est actif, les bouches d'extraction se changeraient en bouches d'arrivée. A l'orifice du toit, il est bon de terminer les bouches à des hauteurs différentes en faisant saillir plus haut la colonne de fumée.

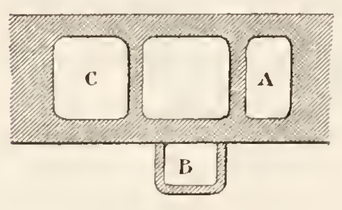


Fig. 338.

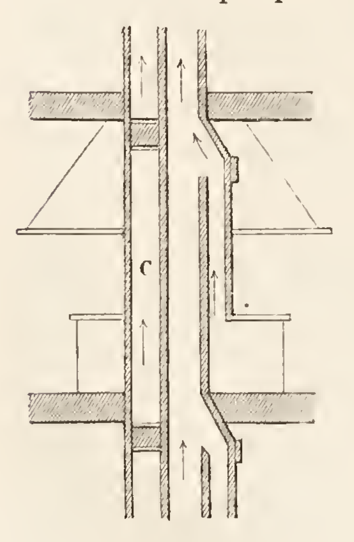


Fig. 339.

Les tuyaux doubles, pour les cheminées de cuisine, outre qu'ils servent à l'aération de plusieurs pièces, ont encore l'avantage d'empêcher les foyers d'échauffer en été et de fendre les

murs qu'ils traversent ; dans quelques industries où l'on fait de grands feux, comme les boulangers, restaurateurs, etc., les étages supérieurs où passent les tuyaux sont inhabitables en été, les murs sont quelquefois de bas en haut remplis de gerçures qui deviennent une préoccupation pour le propriétaire ; c'est pourquoi il sera toujours sage, non pas d'incruster, mais d'adosser les tuyaux de fourneaux de cuisines. Sur cinq étages, ce sera avec les tuyaux de ventilation une surface de quelques mètres perdue, mais largement compensée par la conservation des murs, par l'énergique et économique ventilation obtenue, enfin par la facilité de réparation, si l'on entoure les tuyaux de parois métalliques pour l'aération. N'oublions pas à cet égard que tout orifice de sortie exige un orifice d'entrée correspondant, sans lequel l'aération n'est pas possible. Beaucoup de personnes, en effet, veulent bien permettre à l'air vicié de sortir, mais elles opposent tous les obstacles possibles à la rentrée de l'air nouveau ; doubles portes, doubles fenêtres, bourrelets et tout l'attirail trompeur et malsain des fermetures d'hiver quand les ventouses n'ont pas été convenablement préparées.

Les figures 340 à 345 indiquent diverses dispositions adoptées pour

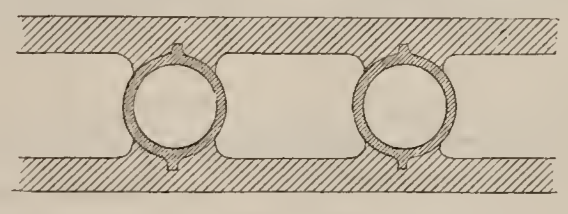


Fig. 340.

l'utilisation de la fumée des fourneaux. Les divers compartiments divisés autour des tuyaux sont joints aux corniches des pièces à ventiler

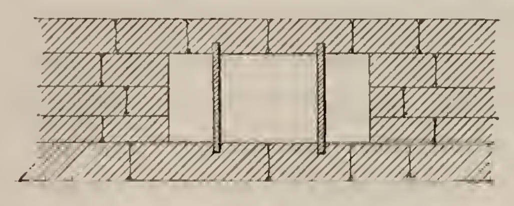


Fig. 341.

par des gaînes et des registres mobiles. Si l'on adopte la fonte pour tuyaux de fumée, avec deux espaces vides latéraux pour la ventilation, il faudra se méfier de la dilatation du métal et des tassements

ordinaires. Pour les éviter, on laissera dans les joints un intervalle, où l'on mettra des collets de plomb, d'étage en étage, pour permettre au besoin un léger mouvement.

Si l'on applique les principes qui précèdent à une cuisine de maison déjà construite, et c'est là ce qui se présentera le plus souvent, il

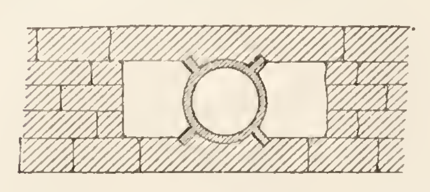


Fig. 342.

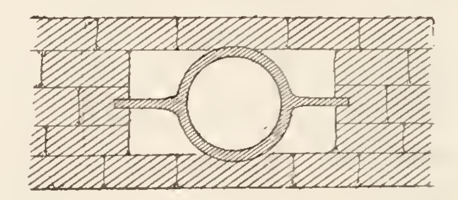


Fig. 343.

sera presque toujours possible de faire partir du haut de la hotte de la cheminée une gaîne d'un diamètre de 20 à 30 centimètres, suivant

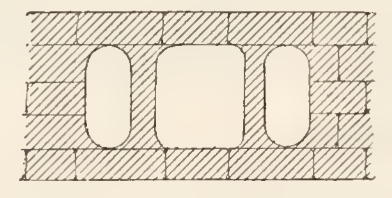


Fig. 344.

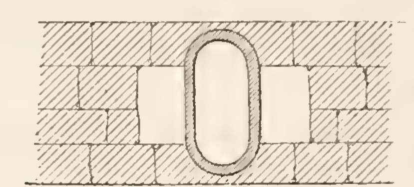


Fig. 345.

les cas, et allant aboutir à une cour de service, où l'on adossera le tuyau ventilateur desservant toutes les cuisines dans toute la hauteur du bâtiment : cette gaîne sera faite en corps mauvais conducteurs. A son entrée et lors de la préparation des aliments seulement, on y enverra de la force ventilante, c'est-à-dire, de la chaleur de plusieurs manières : on aura un ou deux becs de gaz qui, combinés avec la chaleur du fourneau lui-même, suffiront pour enlever toute odeur : à défaut de gaz, on fera circuler quelques tuyaux d'eau chauffée derrière le foyer, ou celle du réservoir pour les bains ; ces tuyaux auront un robinet d'arrêt pour n'avoir de circulation qu'à un moment donné. Il ne faut pas compter sur le tuyau de fumée pour la ventilation : l'ouverture des trappes qu'on y met n'a guère pour effet que d'arrêter et de diminuer le tirage. A défaut du moyen précédent, on mettra dans l'un des angles des cuisines un tuyau en poterie montant dans toute la hauteur des étages, on percera à chaque plafond une ouverture munie d'une languette pour ne pas contrarier le courant

ascendant inférieur, et il sera bon d'augmenter le diamètre des tuyaux à chaque étage. A l'avenir, toute habitation bien entendue aura pour la cuisine un tuyau double et même triple : au milieu, la fumée; d'un côté, la ventilation de la cuisine ; de l'autre, la ventilation de la salle à manger, des écuries et des cabinets d'aisance; on aura donc ainsi un double drainage, l'un pour l'air par le haut, et l'autre pour l'eau par le bas.

C'est le cas de signaler ici une disposition vicieuse qu'on rencontre dans les constructions les plus élégantes de Paris. Souvent deux ou plusieurs maisons ont une cour commune au moins jusqu'à une certaine hauteur. Que voit-on dans ces cours au rez-de-chaussée? Les remises et les écuries, puis au-dessus les fenêtres des chambres à coucher et les salles à manger de chaque appartement. Or, dans ce puits, plus ou moins large, à 6 étages, viennent déboucher en bas et tournoyer les émanations des fumiers et les odeurs des cuisines qui empoisonnent les appartements supérieurs, et ne permettent pas, surtout en été, d'ouvrir les fenêtres. J'habite une maison ainsi disposée, et je voue aux dieux infernaux l'architecte qui n'a pas profité de la présence des tuyaux de fumée pour y accoler des gaînes de ventilation envoyant sur le toit, par une force gratuite, tous les gaz et les émanations qu'hommes et bêtes y déversent forcément.

DES ÉCURIES.

Tous les animaux ne sont pas impressionnables au même degré à l'action d'une atmosphère chargée de gaz délétères, mais c'est une bien grande erreur de croire que les chevaux, ou autres gros animaux, n'obéissent pas en cela à la loi commune. La seule différence consiste dans la vigueur et la solidité de leur constitution relative. L'ennemi que nous combattons dans ce travail, s'appelle encombrement, et, par suite, air vicié. Ses effets sont pour l'homme : la fièvre typhoïde, les scrofules, la pourriture d'hôpital, etc. ; pour les vers à soie, la muscardine, la flâcherie ; pour les bœufs, la peste bovine ; pour les chevaux, la morve, le farcin, diverses natures d'inflammations ; pour les bêtes à laines, le sang de rate, etc. Ne sont-ce pas là des noms divers signifiant tous la même chose, je veux dire la même cause, produisant des effets différents, suivant l'animal qui la subit ?

Ces faits une fois bien compris, appliquons aux animaux les règles que nous avons posées pour nous-mêmes, c'est-à-dire, évitons l'arrivée directe de l'air froid, comme on l'a fait par des barbacanes placées sous les râteliers ; mettons les bouches d'arrivée à l'opposé des bouches d'extraction, à l'arrière des animaux, si l'écurie est simple, au milieu des passages, si l'écurie est double.

Nous savons que dans nos climats, l'air sort des poumons des animaux à une température plus élevée que l'air qui les environne : cet air contient beaucoup de vapeur d'eau; de plus, les gaz ammoniacaux, qui émanent des urines, sont plus légers que l'air ordinaire. Par tous ces motifs, l'air vicié aura une tendance naturelle à s'échapper par les plafonds, si nous lui ménageons des issues convenables et si nous avons soin de fournir de l'air de remplacement.

Pour remplir ce double but, on placera, loin des animaux, des vasistas dirigeant l'air de rentrée vers les plafonds ; à l'opposé, et surtout dans les angles, on placera les bouches d'extraction situées au niveau des plafonds et au bas de gaînes construites en briques de champ, bois, zinc, ou tôle galvanisée et n'ayant aucune communication avec les greniers, dont elles infecteraient les fourrages. Ces gaînes seront conduites jusqu'au point le plus élevé du toit et seront terminées par une lanterne et un chapeau mobile pour les mettre à l'abri de la pluie et des vents ; sans cela, la minime différence de pression causée par les températures intérieure et extérieure ne pourrait résister à la force des vents, et l'aération serait arrêtée. Il sera indispensable que l'ouverture des conduites d'évacuation soit munie d'une porte à coulisse ou mieux d'une trappe mobile mue par des poulies de renvoi afin de régler le tirage suivant les saisons. On n'aura recours aux bouches d'extraction horizontales que quand il y aura impossibilité de faire autrement, et, si les fenêtres sont situées au nord et au midi, il sera quelquefois bon de les grillager par des toiles métalliques très-fines pour tempérer le vent au nord et le soleil au midi. Les dimensions des gaînes seront calculées sur le pied de 2 décimètres carrés par cheval : cela dépendra naturellement de l'élévation des plafonds, de la fermeture plus ou moins parfaite des ouvertures ordinaires, de l'enlèvement plus ou moins fréquent des fumiers, de l'exposition, etc. Si les écuries sont éclairées la nuit, il faudra en faire l'allumage par des portes placées à l'extérieur, et on dirigera la fumée des lampes ou des becs de gaz dans les gaînes d'aération pour

en activer la puissance. En été, les portes seront coupées horizontalement en deux parties pour augmenter l'entrée de l'air neuf par la partie supérieure transformée en fenêtre. On évitera avec soin les poutres saillantes et les solives apparentes, qui ont pour fâcheux effet d'absorber l'humidité et d'arrêter la circulation de l'air.

On sait que la température d'une écurie exerce sur ses habitants une influence réelle. Anciennement, on fermait toutes les ouvertures, et l'on créait une atmosphère artificielle, chaude, il est vrai, mais impropre à la respiration, et rendant les chevaux bien plus sensibles au refroidissement quand on les sortait. D'un autre côté, ne pas garantir les animaux contre les rigueurs du climat en hiver, est tomber dans l'excès contraire. Restons dans de sages limites : souffrons le froid en couvrant nos animaux en conséquence, plutôt que de les plonger dans un air insalubre et humide, qui a pour effet de les affaiblir et de détériorer les matériaux et le mobilier des écuries elles-mêmes.

Nous ne terminerons pas sans condamner la disposition générale adoptée à Paris pour la ventilation des écuries : on place naturellement sur le devant les pièces de réception, et, sur les cours, les chambres à coucher et les salles à manger. Or, les vasistas des écuries débouchant à rez-de-chaussée empoisonnent les pièces, en été, lors de l'ouverture des fenêtres. Il est indispensable d'aérer les écuries, les cuisines et les cabinets par des gaînes placées au contact des fourneaux et montant jusqu'au toit pour y envoyer toutes les émanations insalubres.

DES THÉATRES.

Parmi les problèmes posés par l'hygiène à l'art de l'ingénieur, il n'y en a pas de plus compliqué que celui de l'aération et du chauffage d'un théâtre. En effet, on n'a plus affaire ici à des enceintes closes d'une manière permanente, comme un hôpital, une prison, une salle de concert. Dans un théâtre se trouvent réunies toutes les difficultés, toutes les causes de perturbation que l'on peut rencontrer dans les agglomérations humaines.

Un théâtre se compose, non pas d'une capacité unique, comme tout autre lieu de réunion, mais de trois vastes capacités contiguës : la salle, les corridors, la scène, qui toutes trois, à des moments donnés,

sont tantôt séparées, tantôt réunies l'une à l'autre par de vastes ouvertures. A cette première difficulté, il faut ajouter l'action du lustre qui détermine un courant énergique des ondes sonores vers le plafond, au grand détriment de l'acoustique de la salle et de l'égalité de la température dans les diverses parties de cette salle. La position des spectateurs étagés de haut en bas le long des murs et non horizontalement, comme dans les cas ordinaires, vient ajouter une difficulté nouvelle pour l'arrivée de l'air et pour son renouvellement efficace. En outre de cela, les données du problème changent à chaque instant : ainsi, tantôt, avant l'entrée du public le chauffage peut avoir lieu par le bas et par les moyens ordinaires ; mais une fois le public entré et le rideau levé, on a une masse d'air considérable, celle de la scène, en communication avec la salle. Pendant l'entr'acte, cette communication cesse, mais, d'un autre côté, il y a mille à quinze cents personnes, c'est-à-dire autant de poêles vivants et des centaines de becs de gaz qui chauffent et vicient graduellement l'atmosphère. De là, un changement à apporter à la ventilation ; puis un autre changement encore, quand le rideau se lève : et tout cela est à modifier selon les saisons. Peut-on imaginer un problème plus difficile à résoudre.

Ces difficultés ont vivement préoccupé depuis longtemps l'attention des architectes et bien des projets ont été mis en avant, sans jamais apporter un remède complet et satisfaisant pour tout le monde.

Chez les anciens, les représentations théâtrales avaient lieu en plein air et pendant le jour, à cause de l'impossibilité d'éclairer les salles ; sans cela, la fraîcheur des nuits eût été préférable.

Chez les modernes, c'est tout le contraire. Il faut dire que les exercices du corps, les tournois, par exemple, les courses, etc., etc., nous sembleraient déplacés la nuit, tandis que dans nos spectacles actuels, où tout est factice, la lumière se prête à des effets d'ombre et de couleur qu'on n'obtiendrait pas pendant le jour. D'ailleurs, notre vie besoigneuse ne pourrait plus s'accommoder des représentations diurnes.

La première tentative sérieuse que l'on puisse citer de nos jours dans le but d'assainir les salles a été réalisée à Londres, au théâtre de Covent-Garden, au commencement du siècle, par le marquis de Chabannes. La figure 346 montre les moyens employés à cette épo-

que; ils sont d'autant plus remarquables qu'on y trouve en germe les dispositions adoptées depuis dans les théâtres modernes.

A, chauffage de la scène par des cylindres de vapeur percés de tubes; B, aération de la scène en cas de pièces à spectacle comme au Cirque actuel; C, calorifère pour le dessous du théâtre et envoyant l'air chaud sous le plancher des loges et dans les escaliers pour éviter les rentrées d'air froid; D, foyer d'appel spécial pour aspirer l'air vicié des gradins par des gaînes E; F, tubes conduisant l'air vicié du

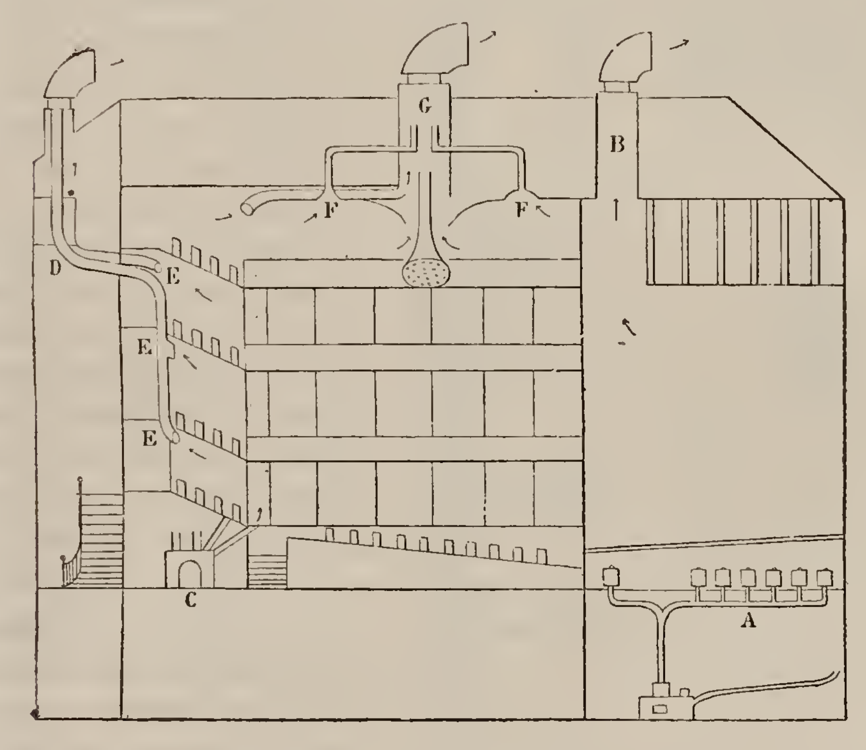


Fig. 346.

plafond vers la gaîne principale G où s'opère l'appel énergique du lustre.

En France, ce n'est que vers 1828 qu'une commission composée de Bérard, Cadet de Gassicourt, Marc et d'Arcet, fut chargée de poser des principes rationnels pour l'assainissement des théâtres. La figure 347 indique la disposition proposée par d'Arcet, qui fit intervenir l'appel du lustre comme force motrice gratuite appliquée à l'évacuation de l'air vicié. Il proposa l'introduction de l'air par une colonne alimentant les corridors au point A, puis entrant dans la salle sous les doubles planchers des loges. La sortie avait lieu : 1° en B, au-

dessus du lustre, dont on réglait l'action par des trappes mobiles C; 2° en D, par des gaînes allant rejoindre la cheminée. Enfin d'Arcet proposa de faire partir du plafond de chaque loge des tuyaux de petit diamètre pour évacuer l'air vicié vers la gaîne collectrice. Dans son mémoire, il se plaint déjà de la négligence et de la parcimonie des directeurs de son temps pour mettre à exécution les moyens qu'il propose : il en est absolument de même aujourd'hui. Les directeurs, occupés de leur subvention et des questions artistiques, délaissent complétement la question hygiénique et empoisonnent leurs spectateurs; il faut visiter les sous-sols d'un théâtre pour se faire une idée de l'incurie des directions. On aura beau faire des installations savantes et coûteuses, rien ne peut marcher par l'opération du Saint-Esprit, et tant qu'on ne nommera pas des inspecteurs spéciaux, on n'en obtiendra aucun résultat. Comme on peut le voir par la figure 347, le chauffage de la salle de d'Arcet était satisfaisant, mais il n'en était pas ainsi pour la ventilation, et, malgré cela, nous verrons les mêmes errements subsistant de nos jours. L'appel par la cheminée du lustre continue à déterminer par les portes des loges des courants dangereux et à détourner les ondes sonores. La ventilation a lieu au centre de la salle, où elle n'est pas nécessaire, et elle est nulle dans les loges, où s'accumule l'air vicié. Enfin les bouches d'air chaud, mises dans le parterre

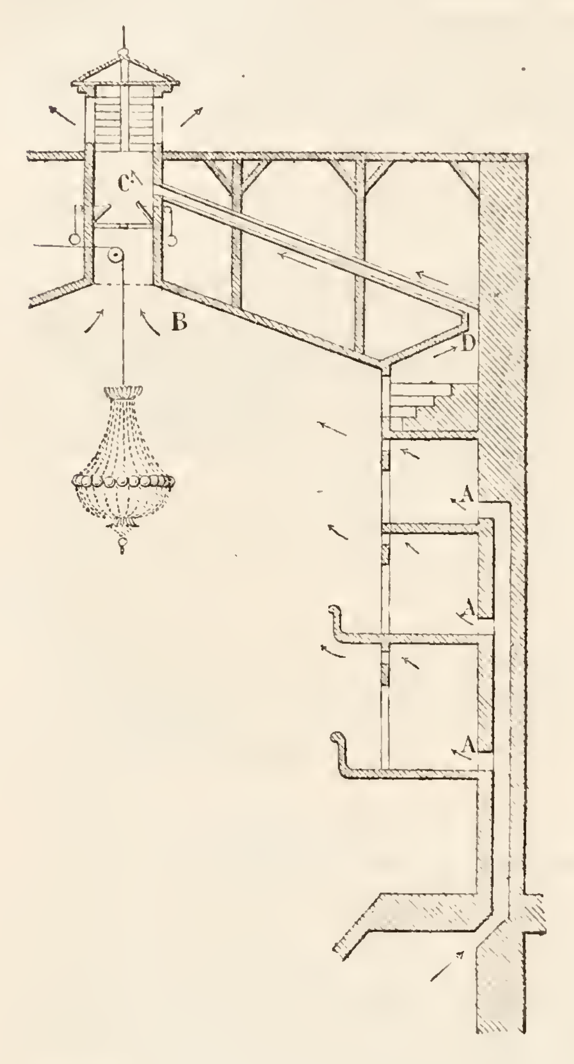


Fig. 347.

et les loges, sont désagréables et l'on est souvent obligé de les fermer.

A Lyon, vers 1858, on fit, au théâtre des Célestins, un essai de ventilation par injection au moyen d'un ventilateur mû par une turbine recevant le trop-plein de la fontaine publique de la place. Mais cet essai, bien qu'il fût la véritable solution de la question, se trouva appliqué dans des conditions si mauvaises, qu'il n'y fut pas donné suite.

Rien de sérieux ne fut fait à Paris après d'Arcet jusqu'en 1860, où lors de la construction des nouveaux théâtres de la place du Châtelet, une commission composée de notabilités scientifiques introduisit un nouveau mode d'éclairage et de ventilation. On supprima le trou du lustre qu'on remplaça par un plafond lumineux, comme on l'avait fait en Angleterre pour quelques salles d'assemblées. L'air neuf, puisé dans un large conduit, partant d'un jardin public, passait par les calorifères et entrait dans la salle par des gaînes ménagées sous le plancher des loges, puis par les tympans et les parois verticales des avant-scènes. La chaleur développée par la coupole d'éclairage fut utilisée pour faire appel à l'air vicié extrait de la salle par des gaînes partant des plafonds de chaque loge; quant au parterre et aux baignoires, leur aération avait lieu par des conduits horizontaux placés sous les spectateurs et aboutissant aux deux gaînes renfermant les cheminées des calorifères; on y avait ajouté pour l'été des foyers spéciaux de renfort. En somme, il y avait là un progrès notable sur les anciennes salles, et si le succès ne vint pas couronner les efforts des ingénieurs, cela tient à des causes accessoires dont il serait injuste de ne pas tenir compte. Voici ce qu'on reprochait aux nouveaux théâtres : d'abord, le plafond lumineux, mal entretenu et formé de verres colorés et dépolis, répandait sur la salle une lueur blafarde, semblable à celle d'une veilleuse; la dépense de gaz était augmentée d'un tiers, par le fait de la position des lumières et de la perte causée par des verres dépolis. Souvent la ventilation ne fonctionnait pas, quand on négligeait, par économie ou par oubli, d'allumer les foyers d'appel. Les gaînes, trop étroites en beaucoup de points, offraient des obstacles et des frottements trop considérables pour l'arrivée de l'air, de telle sorte que, d'après les expériences faites à diverses époques, le cube d'air extrait de la salle dépassait de moitié le cube introduit par les gaînes normales. D'où il suit que l'autre moitié provenait de la scène et des couloirs; ce qu'on voulait éviter A quoi tiennent tous ces

mécomptes? L'histoire en serait longue à faire, et il y a ici un peu de la faute de tout le monde.

Lors de la construction du nouveau Vaudeville, en 1869, on voulut éviter les reproches adressés aux plafonds lumineux des récents théâtres et l'on appliqua l'idée mentionnée par M. Trélat, en 1860, dans son ouvrage *Le Théâtre et l'Architecte*, idée renouvelée par le docteur Bonnafond à l'Académie des sciences, en 1861, et dans la *Revue Britannique*, en 1868. On renferma l'éclairage dans un lustre surbaissé, formant enveloppe continue noyée dans le plafond, et mettant la salle à l'abri des produits de la combustion du gaz, dont la chaleur était utilisée pour l'appel de l'air vicié. Les figures 348 et 349 donnent l'idée de la circulation de l'air dans les gaînes de ventilation. A est le calorifère; B, les arrivées d'air extérieur; C, les gaînes d'air chaud aboutissant aux corniches de la scène à la naissance du plafond et au plancher des loges; D, gaîne d'air vicié aspiré en contre-bas derrière les loges et près des planchers de l'orchestre, puis remontant au-dessus du plafond sous l'appel du lustre E, pour sortir par la cheminée, en F. En été, l'air frais était puisé à l'extérieur, à la hauteur du couronnement et entrait par une frise à jour tout autour du plafond. On a ici la copie exacte de la circulation dans le corps humain : A est l'estomac où a lieu la combustion et la calorification; C représente le sang artériel; D, le sang veineux; E, le cœur ou la force motrice; enfin, F est la peau, éliminant les produits viciés au moyen de la transpiration et de l'expiration.

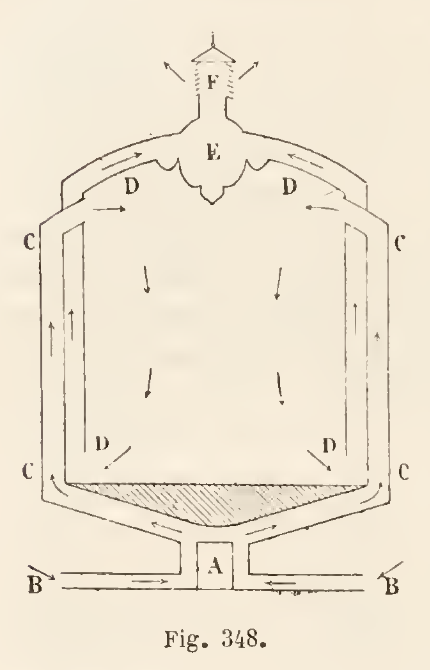


Fig. 348.

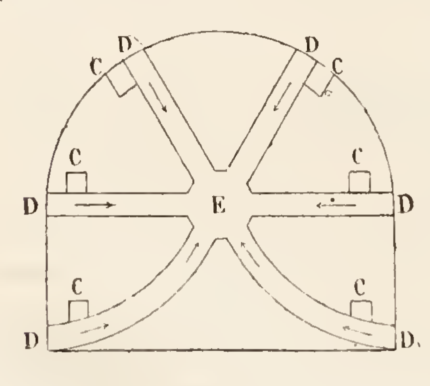


Fig. 349.

Ici encore, le public fut mécontent; on se plaignit des courants d'air ; on trouva que le nouveau lustre ne produisait pas un effet fa-

vorable aux toilettes de la plus belle moitié de la salle; en un mot, on fut obligé de le remplacer par des torchères placées de distance en distance. Je dois dire qu'un examen consciencieux des lieux m'a convaincu que le système de ventilation établi est conforme aux récents enseignements de la science et que son insuccès tient à des causes accessoires qui rendront toute ventilation, tout progrès impossibles, tant que les directeurs, occupés d'autres soins, ne consacreront pas une portion de leur budget à l'assainissement de leur salle. Non-seulement il faudra payer le combustible nécessaire à l'entretien des foyers d'appel et des machines ventilatrices, mais il faudra désigner pour chaque théâtre une personne spéciale, chargée de l'inspection des appareils et du soin de leur fonctionnement régulier. En donnant leurs entrées à des médecins ou des ingénieurs inoccupés, on trouvera facilement des hommes instruits qui consacreront volontiers et alternativement une soirée pour l'inspection du service. Tant que les directeurs seuls en seront chargés, il n'y a rien à en espérer.

Donnons ici un exemple pratique de l'erreur dans laquelle on tombe toujours relativement aux théâtres et surtout en ce qui concerne le malheureux lustre, qui est indispensable, dit-on, à l'effet décoratif de la salle, mais qui est en même temps un si gênant voisin par l'appel puissant qu'il détermine. A Lausanne, dans le nouveau théâtre, on eut l'idée de ne pas chauffer la salle, comme à Londres, et d'envoyer toutes les bouches sur la scène ou dans les corridors. On pensait que l'air chaud, entrant par les portes des loges et des galeries pour s'équilibrer avec celui de la salle, n'aurait plus d'inconvénient. Les plaintes du public furent les mêmes qu'auparavant. On a encore ici la preuve que tout courant entrant par une issue resserrée dans une vaste enceinte est désagréable, si ce n'est dangereux, quelle que soit sa température. Le lustre continue là sa double fonction de foyer de lumière et aussi de foyer d'appel : deux fonctions, hélas ! indissolubles. On oublie toujours une chose bien simple : Lorsqu'on allume un grand feu, on détermine vers le foyer un vaste courant pour suffire à la combustion, surtout s'il y a au-dessus du foyer une cheminée formant entonnoir. Eh bien ! le lustre d'un théâtre n'est pas autre chose. De même pour les cheminées de nos appartements: les architectes pensent à la sortie de fumée et pas le moins du monde aux rentrées d'air. Tant qu'on ne fera pas aux lustres ce qu'on a fait aux cheminées,

c'est-à-dire un *rétrécissement*, et qu'on n'aura pas prévu des ventouses convenables, on ne sortira pas de ce cercle vicieux.

Parmi les exemples que nous pourrions donner des erreurs relatives aux effets du lustre et aux inconvénients des arrivées d'air près des spectateurs, citons la disposition actuelle de l'amphithéâtre de Covent-Garden, à Londres, où presque tous les théâtres ont la même disposition, fig. 350. A est le plafond ordinaire de la salle, fonction-

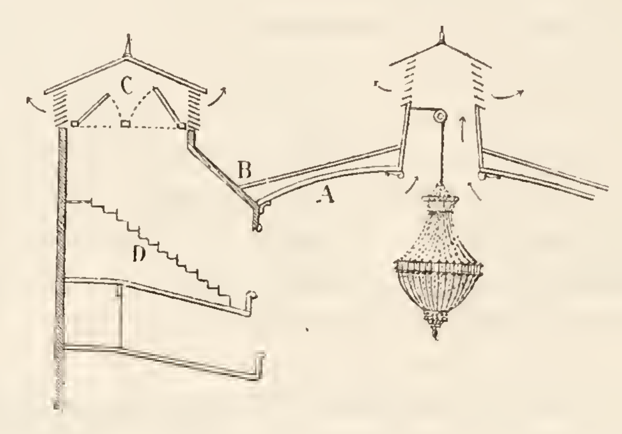


Fig. 350.

nant comme partout, c'est-à-dire attirant la chaleur et la voix des artistes..... sur les toits. En B, se trouvent de longues ouvertures à lames mobiles pour admettre l'air neuf; C, sont des trappes qu'on règle à volonté pour la sortie de l'air vicié; D est un vaste amphithéâtre avec quatre rangées de loges au-dessous. Lorsqu'on ouvre les persiennes B ou les trappes C, l'air froid, plus lourd que celui de l'amphithéâtre, est attiré par le lustre et tombe comme une avalanche sur les spectateurs, en sorte que l'on a hâte de tout fermer.

De tous les essais partiels et infructueux tentés jusqu'à présent pour chauffer et assainir un théâtre, faut-il en conclure qu'on doit s'en tenir aux anciennes salles, si malsaines et si incommodes, et allons-nous répondre comme on le fait à Rome: *Non possumus*. Loin de là, le problème n'est pas insoluble. En effet, les difficultés tiennent surtout à deux causes : 1° à l'appel puissant du lustre; 2° aux communications existant entre la salle et les corridors et causant, lors de l'ouverture des portes, des courants des plus incommodes. Jusqu'à ce jour, on s'est surtout préoccupé de la salle seule. Je crois qu'il y a là erreur. Un théâtre se compose essentiellement de deux enve-

loppes concentriques qui, pour l'ingénieur chargé de l'aération, ne doivent faire qu'une seule et même capacité. Rappelons ici en quelques mots les inconvénients des salles ordinaires : nous poserons ensuite le problème à résoudre, puis nous proposerons les meilleurs moyens pour sa solution.

Tout le monde a remarqué, dans toutes les salles, un courant considérable allant de bas en haut et partant de la scène sous la forme d'un cône dont le sommet aboutit au trou du lustre. On en a la preuve matérielle dans les pièces où il y a un banquet, comme le deuxième acte du *Domino noir* ou le troisième acte de *Lucrèce Borgia* : on voit distinctement la flamme des bougies vivement agitée et s'inclinant vers l'orchestre à un angle de 45 degrés. On comprend *a priori* que ce courant activé par un foyer puissant, placé à la base d'une cheminée, a deux effets qu'il faut contre-balancer à tout prix. Il porte les ondes sonores vers le plafond, c'est-à-dire vers les parties non occupées par le public et fait qu'on entend à peine l'acteur dans les loges de face, les meilleures de la salle, tandis qu'au-dessus du lustre et du plafond, on saisit les moindres nuances du chant ; 2° il vient en aide à cette loi physique du déplacement de l'air suivant sa température ou sa densité, c'est-à-dire qu'il détermine une différence de 10° et quelquefois 15° entre le bas et le haut de la salle, et par conséquent un courant très-incommode dès qu'on ouvre une porte, surtout en bas, quelle que soit d'ailleurs la température de l'air rentrant. Ajoutons ici que la ventilation causée par le lustre ne produit pas ce qu'on appelle une ventilation *efficace ;* elle opère utilement pour les produits de la combustion du gaz : elle existe à peine pour les spectateurs confinés dans des loges étroites et ouvertes d'un seul côté. Le courant est très-marqué au milieu de la salle qui est vide ; il est presque nul au fond des loges où se produit l'air vicié, résultat de la transpiration pulmonaire et cutanée.

Je me hâte de constater ici que les moyens proposés par d'Arcet et ses successeurs pour aérer les salles par le dessous des loges me semblent mauvais, d'abord, comme effet pratique ; puis, comme compliquant inutilement la construction par une infinité de gaînes ou de conduits enchevêtrés dans des planchers en fer et souvent bouchés. On en a vu le mauvais effets aux théâtres du Châtelet. Si on y ajoute les conduits d'extraction de l'air vicié, c'est à désespérer l'architecte le plus habile et l'ingénieur le plus exercé. En toutes choses, la com-

plication est à craindre, mais elle l'est surtout en ces matières. On reproche en outre à nos théâtres actuels :

1° De fournir aux spectateurs une température trop élevée et irrégulière ; 2° de le condamner à une atmosphère chargée d'émanations délétères au point que beaucoup de personnes, ne voulant pas changer leurs plaisirs en véritables souffrances, sont obligées de s'interdire le théâtre ; 3° de faire payer comme bonnes des places où l'on voit à peine l'acteur et de demander 25 à 30 0/0 de plus, si on les prend à l'avance ; 4° de n'avoir pour sortie que des couloirs incommodes où, en cas d'incendie, les conséquences seraient désastreuses ; 5° de n'offrir pour le repos dans les entr'actes qu'un foyer infecté par la combustion du gaz ; 6° de ne pouvoir ouvrir les portes des loges sans s'exposer à des courants dangereux, etc. Toutes ces difficultés paraissent de si peu d'importance à nos commissions officielles, qu'on lit dans un rapport présenté par le jury sur le concours pour le projet du nouvel Opéra : « La commission n'a pu s'arrêter aux questions « d'éclairage, de chauffage et de ventilation, de l'acoustique et d'au- « tres améliorations à introduire : elle comprend l'intérêt de ces re- « cherches, mais sa principale préoccupation devait se porter sur « l'ensemble du monument. » On voit que l'hygiène est encore bien loin d'avoir ses entrées à l'Académie. Quand à l'école des Beaux-Arts, on met au concours un théâtre, par exemple, jamais un concurrent, élevé d'ailleurs à Rome ou à Athènes, ne songerait aux questions exigées par notre climat. Bien plus, quand récemment, à l'occasion de la construction d'une nouvelle salle à Paris, nous avons parlé de l'assainir, on nous a répondu : « Ce que vous proposez est plutôt désavantageux qu'utile au propriétaire : autour de la salle sont des cafés et des brasseries que nous louons, il faut leur envoyer des clients, et, si nous donnons une salle commode et bien aérée, nos locataires feront de mauvaises affaires. »

Voyons maintenant le problème que doit résoudre l'ingénieur pour l'aération d'un théâtre. Ce problème consiste essentiellement à maintenir en hiver la température de 18 à 20 degrés, et cela également, dans toutes les parties de la salle. Il faut fournir à chaque spectateur de trente à quarante mètres cubes d'air par heure, après l'avoir chauffé en hiver et rafraîchi en été ; enfin, il faut éviter les courants, toujours dangereux, surtout pour la partie féminine du public.

Pour atteindre ce résultat, il faut : en hiver, avant l'ouverture des

portes, envoyer l'air chaud par le bas à la fois dans la salle, dans les corridors et sur la scène. Une fois la foule entrée, et seulement après la salle remplie, on fera fonctionner la ventilation telle que nous la décrirons tout à l'heure, et cela pour la salle et le foyer seulement, la scène, les corridors et les escaliers ne demandant qu'à être chauffés. En été, la ventilation est encore plus nécessaire, et il faut résoudre le problème sans compliquer par des gaînes interminables d'aller et de retour le dessous des loges et des corridors, en améliorant les diverses parties de la salle pour l'audition par la diminution du courant du lustre, en égalisant la température en haut et en bas de la salle et en modérant le courant des portes.

Pour moi, il n'y a pas à hésiter, la seule fenêtre rationnelle pour un théâtre, c'est le plafond, comme l'avait proposé, en 1859, le docteur Tripier dans les Annales d'hygiène, ou, si l'on veut, la corniche qui règne autour du plafond et qui permet de larges ouvertures, loin des spectateurs. L'air vicié sera extrait à sa naissance, c'est-à-dire, près des loges mêmes et surtout à l'orchestre et au parterre par des grilles placées verticalement dans le pourtour des baignoires. Dans mon opinion, la salle et les corridors ne doivent faire qu'une seule et unique capacité, du moins en ce qui concerne la ventilation et le chauffage, et le mouvement de l'air doit avoir lieu de haut en bas, comme dans les mines. Par ce moyen seulement, on obtiendra l'égalité de température dans les salles, on aura une ventilation efficace et une direction favorable des ondes sonores. Tout le monde, en effet, a observé qu'un courant est d'autant plus incommode qu'il arrive par un espace resserré; qu'au contraire, son arrivée ait lieu avec un mouvement lent et par une large ouverture, le courant sera imperceptible. Les expériences en grand, faites au Conservatoire des Arts et Métiers et à la Chambre des députés, ne laissent aucun doute à cet égard. Une fois les gaînes établies, l'ouverture des registres réglés et la consigne bien comprise, pourquoi ne pas confier dans les théâtres le service du chauffage. non pas à des manœuvres, mais à des hommes spéciaux, connaissant à fond la question et comprenant qu'une condition indispensable pour attirer le spectateur, c'est de ne pas l'empoisonner par des miasmes aériens invisibles et une atmosphère insalubre et brûlante? Je n'ai pas besoin d'ajouter que pour obtenir avec certitude les résultats ci-dessus, il sera indispensable, pour un théâtre surtout, de combiner l'appel des foyers ou de l'éclairage avec

l'action d'un ventilateur mécanique produisant une légère pression du dedans au dehors et permettant de puiser l'air où l'on veut, de le régler, de le chauffer et de le rafraîchir. Ce moyen, comme l'a prouvé l'expérience, est le plus économique, quand il s'agit de grandes capacités; il est en même temps le plus certain pour que le refoulement de l'air nouveau domine l'aspiration et supprime les rentrées d'air par la scène ou les portes. On n'y parviendra pas autrement. Comme moyens accessoires, on réduira l'appel du lustre au minimum, en rétrécissant sa cheminée de manière qu'il n'ait sur la ventilation que l'influence qu'on voudra lui donner. On utilisera aussi pour l'appel la chaleur des becs d'éclairage des corridors et du foyer; enfin, on disposera des tambours aux divers étages pour ne pas transformer les escaliers en cheminées d'appel.

On prétend que dans les théâtres, quand le vaisseau est vaste, la ventilation naturelle qui se complète par l'appel du lustre est suffisante. Je diffère complétement d'opinion à ce sujet; que vers dix heures, par exemple, on fasse l'expérience suivante : qu'on porte dans le haut de la salle un vase rempli de glace et qu'on recueille la vapeur d'eau condensée sur ses parois. Au bout de quelques heures, l'eau ainsi recueillie sera complétement putréfiée; regardez-la au microscope, vous aurez des preuves *vivantes* de ce que j'avance. Est-il étonnant alors qu'un milieu atmosphérique aussi vicié cause les fatigues et les malaises qu'on éprouve, et en conclura-t-on que la ventilation naturelle est suffisante?

On a dit aussi que dans des salles munies d'appareils de ventilation, ces appareils fonctionnent fort mal, et même pas du tout. Qu'est-ce que cela prouve? Si l'on se plaint des courants d'air bien plus que de la qualité de l'air, c'est que les appareils de ventilation sont mal conduits; c'est que l'on sent l'air en mouvement arrivant par des orifices étroits ou mal placés, mais qu'on ne le voit pas, comme cela arrive quand un rayon de soleil perce à travers une fente dans une chambre obscure. Si, en entrant dans une salle, on pouvait voir tout ce qu'elle contient de miasmes fétides, d'émanations délétères et de gaz irrespirables, on aurait autant de dégoût à y entrer qu'on en éprouverait à la vue d'une mare dans laquelle on devrait se baigner. Il est vrai qu'à l'Opéra actuel, il n'existe aucun appareil spécial de ventilation, mais, de ce qu'on ne se plaint pas, de ce que le public soit habitué à un air malsain, est-ce une preuve que tout y est pour le

mieux? Je certifie le contraire. A partir de dix heures, l'air est intolérable, surtout à l'amphithéâtre; la respiration y est gênée; l'oppression est visible sur tous les visages; après la chute du rideau, chacun quitte sa place en hâte et ouvre les portes, cherchant instinctivement un peu d'air pur.

Je résume ma solution : chauffage direct de la scène, des corridors et des escaliers munis de tambours et de doubles portes; chauffage modéré de la salle par le bas avant l'entrée du public. Au lever du rideau, arrivée de l'air neuf, chauffé ou rafraîchi, suivant la saison, par les corniches ou le plafond; appel de l'air vicié par le bas, le long des baignoires et dans les gradins des planchers; emploi d'un ventilateur mécanique pour éviter les courants, surtout en été; enfin, établissement d'un inspecteur spécial pour le contrôle de la température à divers points de la salle, comme au Conservatoire des Arts et Métiers.

Dans les observations qui précèdent, nous n'avons parlé des théâtres qu'au point de vue du chauffage et de la ventilation. On sait qu'en été ce sont de véritables étuves, incommodes et malsaines au premier chef; aussi le public n'y va guère que dans les jours de pluie, et il y a là pour les directeurs une morte saison qu'il leur importe d'atténuer. Si l'hiver on ne chauffait pas les salles, le public les fuirait; pourquoi ne pas faire pour l'été ce qu'on fait pour l'hiver et attirer les spectateurs par l'appât d'une température convenable?

On a proposé, dans ce but, plusieurs moyens : 1° Puiser l'air neuf dans des caves salubres. Si on avait à sa disposition de vastes espaces comme les catacombes, ce moyen serait efficace; mais la masse d'air à fournir est si considérable et le courant passant à travers les caves est si rapide que l'air n'a pas le temps de se mettre à la température du sol. On a essayé d'ailleurs de ce moyen depuis longtemps, pour les ateliers, en puisant l'air dans de longues galeries basses et humides; au bout de quelque temps, les galeries, sous l'influence de l'air chaud, ont pris la température de l'air extérieur; on ne peut donc compter que sur l'emploi de moyens artificiels. 2° Pendant la nuit, on peut, comme cela se fait à Saint-Pierre à Rome, laisser ouvertes toutes les fenêtres supérieures, pour mettre la salle et ses dépendances à la température extérieure qui baisse souvent de 10 à 15°. On ferme les ouvertures le matin; en tout cas, ce moyen est très-efficace, ne fût-ce que pour assainir la salle où la foule imprègne les murs et les ten-

tures de miasmes délétères pendant plusieurs heures. 3° On fait arriver l'air neuf à travers des jets d'eau pulvérisés dans la gaîne d'appel, comme on le fait à Londres pour la Chambre des communes. Ce moyen, qui suppose un moteur mécanique ou une pression d'eau suffisante, est un des plus efficaces. 4° Quand on aura trouvé le moyen pratique de produire la glace à très-bas prix, il ne sera pas difficile de disposer des appareils frigorifères qui produiront du froid artificiel, comme on se procure la chaleur en hiver par les calorifères. 5° Enfin, on a recours à une ventilation ordinaire énergique. On sait que la température de notre corps est dans l'état normal de 37 à 38°, par conséquent, presque toujours au-dessous de celle de l'atmosphère ambiante. Notre corps, bien qu'il soit très-mauvais conducteur et qu'il soit entouré de vêtements qui le protégent, perd donc une partie de sa chaleur par rayonnement. Lorsque la couche d'air qui nous environne se renouvelle activement, l'évaporation cutanée devient plus active, les couches d'air qui nous sont contiguës, se renouvelant plus souvent, tendent à égaliser plus rapidement la température de notre corps avec celle qui l'environne. De là un sentiment de fraîcheur relative que nous observons parfaitement si nous sommes dans une vallée resserrée où l'air ne circule pas, ou si nous sommes en plaine et recevant les bienfaits de la moindre brise. Ce que l'on obtient en petit par l'éventail, en plus grand par le punkag indien, il faut l'obtenir par un renouvellement d'air modéré, mais continu, pour éviter ce que, dans le Midi, on appelle « touffe, » et ce que l'on observe dans un wagon de chemin de fer quand, pendant les grandes chaleurs, on va à reculons.

Jusqu'à présent, nous n'avons étudié que les grands théâtres, exigeant des installations en harmonie avec leurs dimensions. Y a-t-il moyen de chauffer et d'assainir une salle modeste déjà construite, et cela sans grandes dépenses? Je le crois, et je vais tâcher de le démontrer :

Dans les deux fig. 351 et 352, j'ai représenté seulement une portion de la salle, en plan et en coupe pour plus de clarté.

A est le mur d'enceinte en maçonnerie; B, la cloison en matériaux vibrants pour séparer les corridors de la salle; D, appareils à gaz éclairant les deux faces et puisant l'air de combustion en bas dans la loge pour l'envoyer par un branchement dans une gaîne collective aboutissant à la cheminée d'évacuation J; E, bouche d'extraction d'air

vicié dans la salle allant sous les baignoires à la cheminée J; F, arrivée d'air chaud dans la salle et les corridors; G, calorifère; la même disposition existe du côté opposé; H, tuyau de fumée, en corps mauvais conducteurs, jusqu'à la cheminée J, où il se continue en fonte jusqu'au toit; I, calorifère de renfort pour la ventilation d'été; J, double gaîne formant cheminée d'évacuation.

On voit qu'avec une installation fort simple, deux calorifères placés de chaque côté de la salle et deux cheminées d'extraction, on pourra

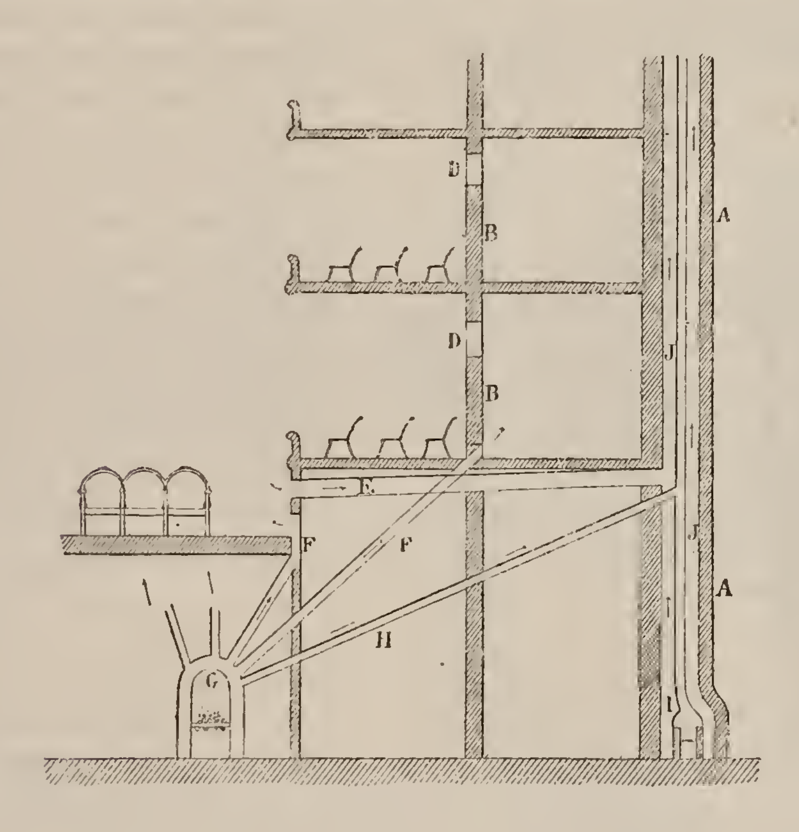


Fig. 351.

facilement chauffer et ventiler une salle moyenne. La sortie de l'air vicié se fera par trois points; par le bas des baignoires, à travers les grilles posées verticalement, au bas des loges par l'appel des becs de gaz; enfin, au plafond par le trou du lustre qu'on réglera suivant les besoins. En été, l'arrivée de l'air neuf aura lieu par les bouches du calorifère et par les corniches dans des gaînes ménagées à cet effet. L'appel se fera par le tuyau de renfort I, par les becs de gaz D et par le lustre. Il est inutile d'ajouter que ces dispositions seront à modi-

lier et à régler suivant les saisons, et qu'elles seront sous la surveillance d'une personne intelligente, sans quoi les appareils les plus parfaits seraient sans utilité.

Avant de terminer ce chapitre, disons quelques mots de la dernière installation grandiose qui a été faite à l'Opéra de Vienne et qui est la plus complète jusqu'à ce jour, en attendant les progrès que va réaliser l'Opéra nouveau de Paris.

A Vienne, le chauffage a lieu par trois chaudières à vapeur, dont une de rechange, alimentant d'immenses serpentins que traverse l'air neuf puisé dans des jardins voisins. De la chambre du mécanicien partent de doubles gaînes, l'une d'air chaud, l'autre d'air frais, aboutissant à toutes les parties du théâtre par des bouches de chaleur à persiennes, sous chaque spectateur, à l'orchestre et dans les couloirs pour les loges. En été, l'air neuf traverse une chambre rafraîchie par des jets d'eau tombant en pluie très-fine. L'appel a lieu par le trou du lustre, par le tour du plafond et par les parties supérieures des loges et des galeries. Toutes les gaînes d'évacuation se réunissent dans la cheminée centrale de 4 mètres de diamètre, surmontée d'un écran demi-cylindrique orienté par le vent, et facilitant la sortie de l'air vicié. L'appel peut être activé au besoin par des couronnes de becs de gaz et par une hélice placée à la sortie, ou par un puissant ventilateur de 3 mètres de diamètre installé dans les caves. Enfin, dans chaque loge, dans chaque corridor, se trouve un thermomètre métallique particulier communiquant par un fil télégraphique avec un tableau général placé dans la chambre du mécanicien et lui indiquant exactement la température de chaque partie de la salle, de telle sorte

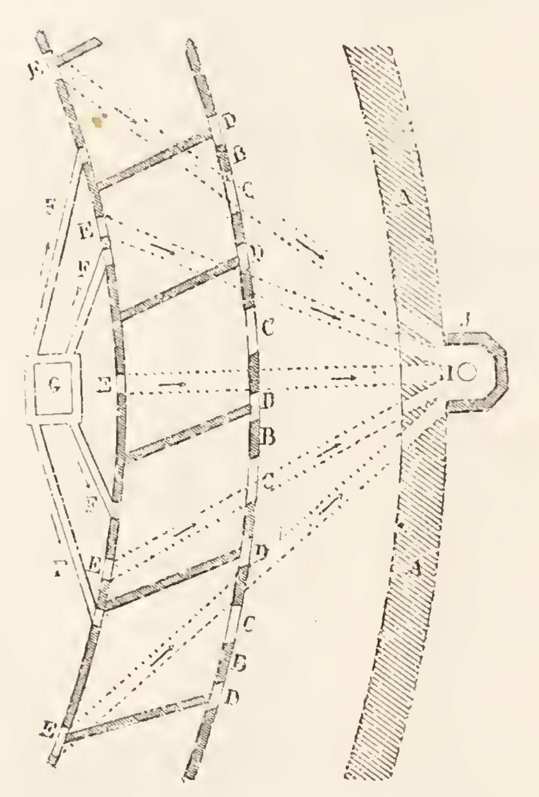


Fig. 352.

qu'au moyen des doubles gaînes dont nous avons parlé, on peut envoyer à volonté par une chambre de mélange de l'air préparé au degré voulu. En hiver, la dépense pour la ventilation et le chauffage est d'environ trente florins par soirée.

On voit, qu'en somme, tous les moyens employés à Vienne sont ceux que nous avons décrits en parlant des chambres du Parlement et qui représentent l'état actuel de la science appliquée à des besoins différents.

Quant à l'Opéra nouveau de Paris, tout nous fait espérer que, sous l'habile direction de M. d'Hamelincourt, il pourra servir de modèle aux salles de l'avenir et qu'il fixera définitivement les constructeurs sur les questions si difficiles et si controversées du chauffage et de l'éclairage des salles de spectacle. Suivant les projets adoptés par la Commission, après concours public, les abords de la salle, les vestibules, escaliers et foyers seront chauffés par des calorifères à air chaud ; la scène, les loges d'artistes et les couloirs seront chauffés par des hydro-calorifères comme la salle elle-même. L'air, puisé aux parties supérieures de l'édifice, loin des causes qui auraient pu l'altérer, arrivera en grande quantité et à une moyenne température, loin du public, à la partie supérieure de la salle et en dessous des loges pour sortir à côté des spectateurs, là où il a été vicié. Quant à l'éclairage, il aura lieu par un lustre dont la cheminée sera réglée et diminuée pour en réduire autant que possible les inconvénients.

DES ATELIERS.

On peut dire d'une manière générale que la plupart des ateliers sont insalubres, non pas seulement à cause du contact de certaines matières toxiques, comme le mercure ou le phosphore, non pas à cause de l'aspiration des poussières ou de l'exposition à de hautes températures : il y a pour nous une cause moins étudiée, mais tout aussi sérieuse, c'est l'agglomération des travailleurs dans un espace resserré. Or, ce n'est pas impunément qu'on peut accumuler sur un point des centaines de personnes d'âge, de sexe et de tempérament différents, chez lesquelles le travail développe quelquefois une forte transpiration et où les soins du corps font presque complétement défaut. Il se produit là, plus ou moins, ce qu'on observe dans les

hôpitaux, dans les armées, dans les magnaneries, partout enfin où il y a accumulation d'êtres vivants; leur rapprochement n'est pas la maladie, mais il prépare un milieu propre à son éclosion et, bien que le nom de la maladie diffère selon les espèces, la cause en est la même.

Il est à remarquer que chaque fois que des industriels, poussés par des motifs élevés d'humanité et prévenant l'action de lois tutélaires, ont cherché à assainir leurs ateliers et à mettre leurs voisins et eux-mêmes à l'abri de leurs opérations, ils y ont toujours trouvé leur compte. L'amélioration du sort des travailleurs a tourné au profit de l'industriel même. L'ouvrier, mieux portant, fait plus de travail dans le même temps, la marchandise est mieux traitée, l'outillage mieux entretenu, les caisses de secours, les infirmeries voient diminuer leurs charges. Bien plus, si le fabricant, qui entassait des résidus nuisibles, cherche à les dénaturer, à les revivifier et à les utiliser, la science aidant, il crée à côté de lui une industrie nouvelle, secondaire, qui augmente ses revenus. On peut en citer plusieurs exemples.

Il est facile de comprendre, qu'en général, une ventilation abondante sera le moyen le plus efficace pour assainir les ateliers, surtout quand ils n'exigent pas une température au-dessus de la moyenne de 12 à 15°. La ventilation naturelle est celle qu'on choisira dans la plupart des cas; elle consistera à favoriser la circulation qui tend à s'établir dans une masse d'air, sous l'influence de deux températures inégales. On placera les orifices d'entrée et de sortie sur deux faces opposées : celle de sortie en haut, vers le sud; celle de l'entrée en bas, surtout du côté du vent. Les fenètres à vasistas seront préférées aux fenêtres à espagnolettes. Dans certains cas, si l'on n'a d'ouverture que d'un côté du mur, on donnera la préférence aux fenêtres anglaises à guillotine, divisées en trois parties : celle du milieu sera fixe et les deux autres mobiles; l'une montant, l'autre descendant, formeront ainsi deux issues naturelles.

Un deuxième moyen consistera à appliquer aux toitures un siphon ventilateur caché dans une petite tourelle où se trouveront deux gaînes fermées par des parois d'inégale hauteur. La différence de densité des couches d'air intérieur et extérieur déterminera un déplacement dans les deux conduits; la gaîne sera toujours surmontée d'un chapeau mobile (fig. 167) pour la mettre à l'abri de la pluie et

utiliser la force du vent par entraînement. Un appareil semblable, installé en haut des escaliers ou d'un monte-charge dans un atelier, trouvera une cheminée d'aspiration toute naturelle et très-efficace.

On pourra employer, en troisième lieu, comme moyen accessoire, la force ascensionnelle produite par la chaleur des becs de gaz qu'on fera déboucher dans des gaînes spéciales aboutissant à une cheminée. Enfin, dans les petits ateliers, on adaptera des cheminées ventilatrices dont le tuyau de fumée, isolé dans une double gaîne, sera utilisé pour faire appel à l'air vicié.

En général, les résultats obtenus par la ventilation naturelle présupposent un mouvement dans l'atmosphère ou une différence de densité avec l'air intérieur de l'atelier. Malheureusement, c'est quand il n'y a pas de vent que la ventilation est le plus nécessaire. D'ailleurs, dans les climats du Nord, l'air a souvent besoin d'être chauffé, et sa circulation a besoin d'être dirigée ou activée par des moyens artificiels. C'est alors qu'interviennent les ventilateurs mécaniques à aubes, à hélices, à jet d'air comprimé et les aspirations par l'appel des cheminées qui auront en outre pour effet de dénaturer et de disperser les poussières à une grande hauteur. Tout cela est facile avec les moyens dont on dispose dans les usines. Nous les avons examinés dans le cours de ce travail, et l'on a vu que leur application doit varier suivant les circonstances.

Une question capitale pour l'introduction de l'air dans les ateliers, pendant les temps froids, consiste à éviter qu'il ne tombe brutalement sur les ouvriers quand les tuyaux de vapeur qui fournissent la chaleur sont pendus au plafond. Nous avons indiqué (fig. 224) une disposition qui obvie à l'inconvénient que nous signalons. Il sera toujours facile de faire arriver l'air neuf au contact des appareils de chauffe avant de déboucher dans les salles. En général, l'entrée de l'air chaud sera préférable par le haut et l'appel de l'air vicié en contre-bas, surtout quand il y aura lieu à entraîner des poussières de diverses natures.

Parmi les nécessités impérieuses de ventilation imposées à certains ateliers, soit à cause de la chaleur que développent les machines, la présence d'un nombreux personnel, la combustion du gaz ou les poussières insalubres, il en est encore qui exigent un renouvellement d'air plus ou moins humide, comme les filatures de lin. On

obtient un rafraîchissement au moyen d'arrosages, et cela de plusieurs manières. Tantôt on fait passer l'air rentrant à travers une pluie très-divisée, tantôt on pratique l'arrosage à l'extérieur sur les murs et sur la toiture des constructions, comme le fait la nature. Le premier mode a été appliqué en grand aux chambres du Parlement, à Londres, où l'air neuf traverse des jets d'eau pulvérisés qui ont pour but de rafraîchir l'air, de le purifier, si on y ajoute quelques millièmes d'acide phénique, enfin, de le débarrasser des poussières et du charbon en suspension dans l'air.

Une des applications pratiques de ces procédés a eu lieu à Lisieux dans la filature de lin de MM. Fournet, formant un carré de 2000 mètres environ couvert par 17 travées en zinc, à deux pans inclinés et occupés par près de 400 ouvriers. L'air est renouvelé au moyen d'ouvertures pratiquées dans la toiture, sous forme d'abat-jour carrés aplatis, en tête desquels se trouvent des tuyaux percés de petits trous qui laissent tomber une pluie fine à l'entrée des ouvertures. La toiture est en outre arrosée par de petites turbines lançant l'eau à de grandes distances et mues par la pression d'un réservoir placé à 10 ou 12 mètres au-dessus. Il va sans dire que ces ouvertures et que les jets d'eau ne fonctionnent que quand le besoin l'exige. Le chauffage est fait par les moyens ordinaires, c'est-à-dire, par la vapeur perdue des machines. Quant à la sortie de l'air vicié, elle a lieu dans une série de gaînes parallèles, placées dans les allées et portant de distance en distance des grilles à coulisse pour en régler l'ouverture. Ces grilles sont d'autant plus larges qu'elles s'éloignent davantage de la force d'appel. Toutes les gaînes se réunissent dans un conduit collecteur qui leur est perpendiculaire et qui aboutit à la cheminée de l'usine. Cette installation a eu pour effet de diminuer de beaucoup le nombre des maladies parmi les ouvriers et d'obtenir de ces derniers un travail beaucoup plus actif.

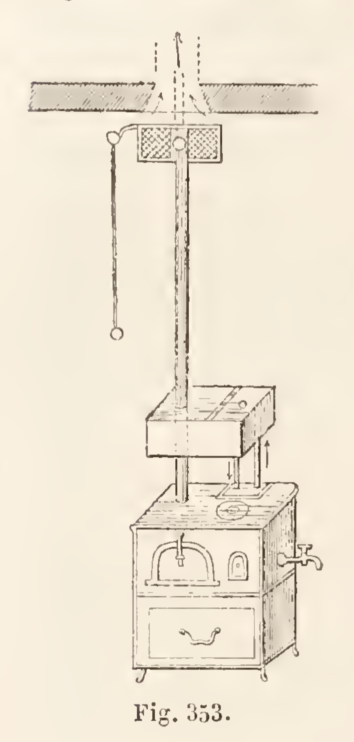
DES CHAMBRES D'OUVRIERS.

L'habitation est un des signes les plus certains auxquels on reconnaît l'état intellectuel et l'avancement d'un peuple civilisé. Sans doute, l'état physique n'est pas toujours une preuve de l'état moral des individus, mais en raison des liens intimes qui unissent l'âme au corps

humain, on peut dire que le progrès moral et intellectuel peut difficilement exister, si l'on ne trouve réunies les conditions voulues de salubrité, d'air, de lumière, de propreté et de santé. « As the homes, as the people » est une profonde vérité. Rendre sa maison saine et agréable a plus d'influence qu'on ne le pense sur la vie de famille et sur les mœurs en général, car la famille est l'unité sociale et, comme on l'a dit, la société vaut ce que vaut la famille. On me reprochera, en lisant ce livre, d'attacher trop d'importance au comfort et à la salubrité de nos habitations : j'accepte l'accusation et je crois qu'embellir sa demeure, tâcher qu'elle fasse concurrence aux séductions des cercles et des cafés, rendre le service des domestiques simple et facile, s'affranchir des misères de notre être physique pour donner plus de temps aux choses de l'esprit, tout cela n'est pas la civilisation, mais cela y mène et en est à coup sûr le signe extérieur. C'est surtout pour les classes ouvrières que le fait est vrai. Ne nous étonnons pas de l'entraînement que l'on observe pour les cafés-concerts et autres lieux publics où l'ouvrier va finir sa journée au milieu des dorures et des beautés factices, qui forment un si grand contraste avec son garni sombre, sale, humide et malsain.

On s'est beaucoup occupé d'améliorer le sort des prisonniers, c'est-à-dire de la lie des populations; n'y aurait-il pas lieu de s'occuper auparavant de l'honnête homme qui, gagnant son pain à la sueur de son front, rentre le soir dans des réduits immondes, où il ne trouve souvent ni eau, ni ventilation, ni chaleur, ni salubrité. Qu'on compare, par exemple, l'aspect des ouvriers de nos manufactures avec celui des agriculteurs vivant en plein air, et le contraste de leur teint indiquera assez l'effet des milieux où ils vivent. Sans doute, le manque d'air, l'obscurité, la malpropreté, le drainage imparfait des habitations ouvrières ne sont pas les causes principales du désordre et du vice dans les classes laborieuses, mais ils y conduisent et il n'y a pas le moindre doute que tout argent sagement dépensé dans l'amélioration et la salubrité des quartiers populeux, servira autant et plus que tout autre moyen, à diminuer la population des prisons et des hôpitaux. Combien ne voit-on pas encore de gens riches qui veillent attentivement à la propreté et à la ventilation de leurs écuries et de leurs étables, mais qui négligent complètement la ventilation des chambres de leur serviteurs ? Ne sont-ce pas cependant des êtres animés respirant et viciant l'air comme les autres? Et dans les fabri-

ques, pourquoi, lorsqu'on a de longues suites de maisons contiguës à l'usine, pourquoi ne pas faire servir la cheminée de la machine à vapeur et la machine elle-même à ventiler les rangées de maisons par une vaste conduite horizontale ayant accès dans chaque chambre et y portant à la fois l'air pur en été, et la chaleur en hiver? Les grands manufacturiers qui essayeraient ces simples moyens en seraient largement récompensés par la vigueur et l'activité de leurs ouvriers, par la diminution des maladies et l'amélioration des caisses de secours.


Fig. 353.

Souvent les modestes chambres de nos ouvriers servent à la fois de cuisine et de chambre à coucher. Indiquons un moyen simple d'améliorer presque sans frais l'atmosphère de ces pièces si souvent malsaines. Le fourneau du travailleur devra autant que possible soutenir en dessus un petit réservoir en tôle étamée de 20 à 30 litres chauffé par la fumée et par un bouilleur à circulation. Le tuyau de ce fourneau, à son arrivée au plafond (fig. 353), devra trouver là un élargissement au milieu duquel s'introduira la fumée, et à l'entour sera une grille à registre mobile, fermée lors de l'allumage du feu, mais ouverte, surtout la nuit, quand la cheminée et le fourneau échauffés feront appel, et suffiront à procurer une issue à l'air vicié. L'action de cette bouche d'extraction sera favorisée par un petit vasistas placé à l'extrémité opposée de la pièce.

DES CHAMBRES DE DOMESTIQUES.

Si l'on voulait citer tous les abus qu'on rencontre dans les villes et les infractions aux lois de l'hygiène la plus élémentaire, il nous faudrait un long chapitre, en commençant par l'insalubrité des loges de concierge, les infections et les abus du chiffonnage sur la voie publique, les permissions de bâtir des maisons plus hautes que les rues ne sont larges, etc. Contentons-nous d'appeler l'attention sur l'état

vraiment déplorable des chambres de domestiques placées sous les combles avec des parois extérieures en métal léger, convenables contre la pluie, mais malheureusement bonnes conductrices et faisant des chambres du sixième étage des étuves en été et des glacières en hiver. Le moyen le plus économique et le plus rationnel, pour remédier à cet abus, est l'emploi de doubles cloisons extérieures, formant matelas d'air stagnant, qu'on peut obtenir par des moyens fort simples. J'en citerai une application faite avec succès pour isoler le toit d'un atelier. Sur une charpente convenable, on pose une série de bouteilles vides accolées l'une à l'autre, sur le gros et sur le petit bout alternativement. Après avoir coulé du plâtre dans les interstices, on retire les bouteilles et la charpente, qu'on reporte à côté, jusqu'à complément de la voûte ; puis, on fait un enduit intérieur et extérieur, formant une cloison légère, solide et imperméable à la chaleur. Eh bien ! pour nos chambres de domestiques, rien n'empêche d'appliquer des procédés semblables au moyen de hourdis creux laissant de l'air stagnant entre les chevrons et formant une double paroi. C'est le moyen employé en Égypte, où les toits et les parois des wagons sont doubles, pour permettre de supporter le rayonnement du désert. C'est le moyen employé en Russie, pour les doubles fenêtres des serres et des appartements. C'est, enfin, le moyen qu'on applique aux fruitiers et aux glacières.

On complétera cette installation par des grilles à coulisses, scellées au-dessus des portes et permettant la nuit un renouvellement de l'air par les corridors, comme dans les cabines de navire.

DES MOYENS DE RAFRAÎCHIR L'AIR.

On a cherché bien des moyens de rafraîchir l'air. Le premier essai que l'on rapporte est mentionné par Palladio en 1570. Des seigneurs de Vicence, MM. Trenti, auraient rafraîchi leur résidence de campagne à Costoza, en la mettant en communication avec de vastes carrières, d'où les vents envoyaient de l'air frais dans les pièces par des tuyaux munis de régulateurs. Un moyen analogue a été employé, en petit, de nos jours, en puisant l'air dans des caves saines ; l'appel était déterminé par des becs de gaz placés au-dessus du foyer dans la cheminée transformée en frigorifère.

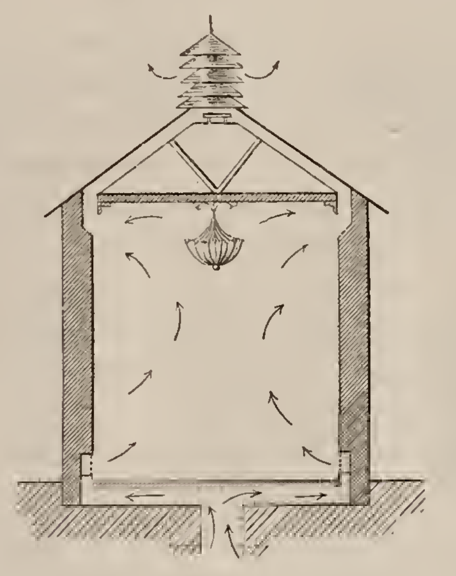
Nous avons indiqué, en parlant des théâtres, les moyens les plus pratiques pour abaisser la température dans de vastes espaces. On a proposé de comprimer l'air neuf, pour le dilater ensuite, lors de son introduction dans les salles. Peut-être y a-t-il là une modification de l'état électrique de l'air. On a employé aussi l'arrosement des toitures, quand elles sont minces, comme dans les gares de chemins de fer. Le même moyen est appliqué aux jardins d'hiver, où l'on fait disposer, sur l'arête de la croupe en fer, un tuyau percé de trous nombreux laissant tomber l'eau lentement de chaque côté sur les vitrages. Au palais de l'Institut de Paris, on a disposé des appareils destinés à extraire de l'eau très-fraîche d'un puits, pour la faire circuler et suinter le long des parois d'un cylindre percé de trous nombreux. L'air refoulé dans la salle venait baigner et traverser les parois des tubes pour s'y rafraîchir et s'y imprégner d'humidité. A Londres, à la Chambre des Lords, on faisait tamiser l'air neuf à travers de grandes chambres remplies de toiles mouillées sur lesquelles se projetaient avec force des jets d'eau multipliés et très-divisés. On a songé à faire passer l'air à travers de l'eau rafraîchie par des mélanges réfrigérants, comme de la glace pilée, du sel marin et du sel ammoniaque. On a proposé pour des chambres de malades, outre le Punkag indien, de suspendre des draps mouillés contre les murs pour faire évaporation sur de grandes surfaces. Enfin, on a fait passer l'air à travers des caves saines à la température moyenne de 10 à 12°; mais dans ce dernier cas, l'air circule trop rapidement pour s'y modifier sensiblement et la température de la cave est bientôt égale à celle de l'extérieur.

Ce qu'on doit surtout chercher à utiliser, c'est la grande loi physique de la chaleur latente de vaporisation. On sait, en effet, que 1 kilogr. de vapeur d'eau à 100° renferme 536 calories. Puis donc qu'il faut à l'eau une grande quantité de chaleur pour passer à l'état de vapeur, cherchons par des moyens économiques à favoriser cette transformation. Parmi ces moyens se trouve, en premier lieu, l'art de faire le vide dans une capacité où se trouve l'eau à transformer en glace. La science est en ce moment sur le point de nous donner plusieurs solutions du problème.

Un des meilleurs moyens pratiques, applicables dans les circonstances ordinaires, consiste, surtout, dans le passage de l'air à travers un jet d'eau projetée avec force et pulvérisée, puis dans un courant

d'air modéré qui détermine à la peau une évaporation lente et par suite un rafraîchissement. Inutile de rappeler que la prise d'air doit être faite pour l'été à l'ombre et au nord.

Quand on aura à rafraîchir ou au moins à renouveler l'air de vastes espaces, pendant le jour, il est des cas où, en été, la nature elle-même met le remède à côté du mal et nous fournit un moyen simple et gratuit d'aération. En effet, il n'est personne qui n'ait observé, en montant dans les combles des habitations, quelle chaleur excessive on y ressent sous l'influence des rayons solaires, surtout depuis qu'on emploie pour couverture les surfaces métalliques. Pourquoi ne pas utiliser cette chaleur, c'est-à-dire cette force gratuite pour l'aération? Il suffira pour cela de surmonter le faîte du bâtiment d'une cheminée d'évacuation (fig. 354), à laquelle viendront aboutir des gaî-



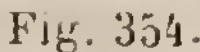


Fig. 354.

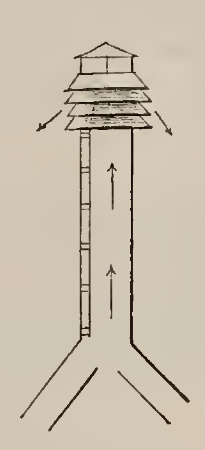


Fig. 355.

nes latérales formant double plafond, et faisant appel aux orifices placés au-dessous dans la corniche. L'air frais, venant de caves saines, débouchera dans la pièce par des stylobates ou des gaînes verticales suivant les cas et la nuit, à défaut de foyer naturel comme le soleil, on aura recours à un foyer artificiel. Ce moyen avait déjà été conseillé en 1800 par le docteur Anderson, et rappelé le 31 juillet 1865 à l'Académie des sciences par M. Regnault. Seulement, le docteur Anderson proposait pour les musées et les salles de réunion de jour, des cheminées nombreuses revêtues de châssis en verre du côté du midi

(fig. 355), et fermées des trois autres côtés; le soleil, frappant sur les panneaux de verre, devait produire un appel en harmonie avec l'intensité de la chaleur, c'est-à-dire avec la nécessité de l'aération ; c'est, d'ailleurs, ce que fait toujours la nature, qui met le remède à côté du mal : à nous le soin d'étudier et d'appliquer ce remède.

Le moyen ci-dessus est encore applicable quand, pour des motifs de décoration, l'architecte aura à placer de grands vitrages au midi. Si l'on emploie un double vitrage en hiver pour garantir du froid, on peut l'employer aussi en été pour garantir de la chaleur, mais à une condition, c'est qu'au lieu d'avoir de l'air stagnant entre les vitres comme en hiver, on placera dans le panneau extérieur deux trous, l'un en haut, l'autre en bas, pour établir une circulation d'autant plus active que le soleil sera plus ardent.

C'est ici le cas de rappeler une nouvelle et heureuse application qu'on a faite de la tôle pour remplacer les mâts en bois des navires. L'intérieur des colonnes creuses en fonte avait déjà été utilisé pour l'écoulement des eaux pluviales. Dans la marine, les colonnes, c'est-à-dire, les mâts en tôle rivée, sont admirablement adaptés à la ventilation des cales. On perce dans le bas des trous de distance en distance jusqu'à l'entre-pont, et la sortie de l'air vicié a lieu au sommet du mât transformé en cheminée. Pour les traversées dans les mers de l'équateur, il y aura naturellement un appel d'autant plus actif que l'action du soleil sur le mât sera plus puissante.

Lorsqu'on aura dans un salon un éclairage actif et qu'on ne pourra pas disposer de gaînes à ventilation renversée, il faudra faire servir la rosace du lustre à un départ qui se continuera entre les solives du plafond pour aboutir à l'extérieur et qui sera secondé par des ouvertures à registre mobile (fig. 356 et 357) placées le plus loin possible en haut de la salle et admettant l'air à une pente de 45 degrés vers le plafond. Ces ouvertures seront déguisées avec soin dans les corniches ; c'est le moyen qui sera le plus pratique pour les salles à manger où la lampe avec son fumivore pourra exercer un appel suffisant vers la rosace et vers la gaîne cachée dans le plafond ; l'arrivée de l'air de remplacement se fera en hiver par les ventouses des poêles ou les bouches du calorifère, et, en été, par les corniches ou par dès vasistas convenablement placés. Il est bien peu de constructions qui ne se prêtent à ce simple moyen ; nous admettons bien l'air froid

sous nos planchers par des ventouses, pourquoi nos plafonds ne contiendraient-ils pas aussi des gaînes de sortie ?

Quand on ne voudra pas user du moyen précédent, il faudra recourir à la cheminée elle-même, surtout en été, et cette cheminée rentrera alors dans son véritable rôle, celui d'un appareil de ventilation. On y disposera des becs de gaz, ou un poêle portatif convenable, en baissant le rideau à moitié, sans oublier que l'air de remplacement devra toujours arriver par des points nombreux, le plus loin possible de l'appel et toujours dirigés vers le plafond pour que le courant s'éteigne avant d'arriver aux personnes présentes.

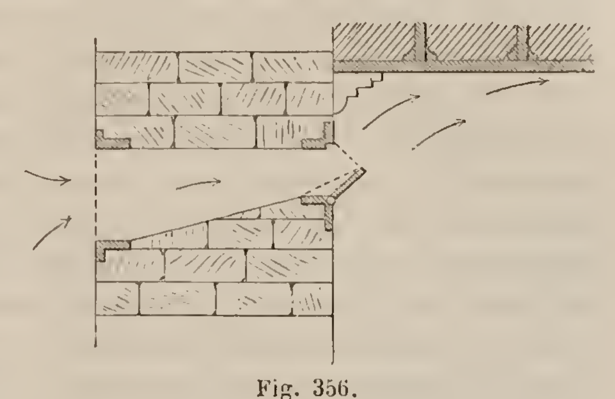


Fig. 356.

En somme, on voit que l'un des moyens les plus convenables, pour nous aider à supporter de hautes températures, consiste surtout dans le renouvellement de la couche d'air qui nous environne. Si près des pôles, on supporte assez facilement un froid de — 30 à 40°, quand l'air est en repos, par contre, dans les climats chauds, quand l'air est en mouvement, on supporte plus facilement + 30 à 35° qu'on n'en peut tolérer + 20°, par exemple, dans une baignoire de théâtre où l'air n'a accès que d'un côté. J'ai beaucoup plus de confiance dans le mouvement que dans l'humidification de l'air, car le corps humain est un alcarazas et en augmentant l'humidité de l'air, on n'obtient pas toujours un refroidissement correspondant, parce qu'on réduit d'autant la transpiration pulmonaire et cutanée.

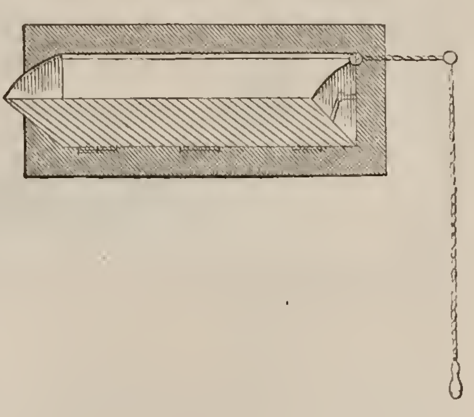


Fig. 357.

Il est une industrie destinée à prendre une grande extension dans l'avenir, c'est celle de la production artificielle du froid, comme on a créé depuis longtemps celle de la production artificielle de la chaleur. S'il est vrai que la vie végétale et animale ne peuvent s'exercer

que dans certaines limites de température, s'il est vrai que la chaleur est l'agent le plus actif de l'industrie, il ne l'est pas moins que certaines transformations de la matière, dans nos usines, ne peuvent avoir lieu qu'à basse température; de là la nécessité de produire le froid en grand et à bon marché. En parlant des glacières américaines, nous avons indiqué les meilleurs moyens pratiques d'emmagasiner la glace pour les habitations particulières. Mais si utile que soit la glace, dans ses applications culinaires, ces applications ont peu d'importance en comparaison des nombreux usages du froid pour la médecine et la chirurgie, pour la conservation des substances animales, pour les brasseries et une foule d'industries. Ici, dans nos habitations, la glace est encore un objet de luxe. Dans certains pays, les États-Unis, par exemple, elle est considérée comme un objet de première nécessité, et tous les matins, chaque ménage reçoit sa provision en même temps que son journal. Déjà deux grandes maisons exploitent à Paris l'industrie du froid par des procédés différents; il est hors de doute que, dans l'avenir, la fabrication de la glace sera une des grandes industries, surtout dans les villes manufacturières.

Dans le numéro d'avril 1873 du *Moniteur scientifique*, nous trouvons (fig. 358) la description d'un procédé pour rafraîchir les salons par

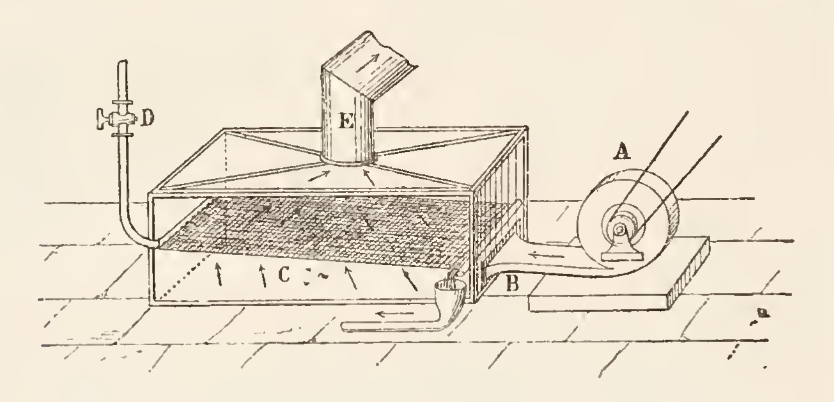


Fig. 358.

l'envoi d'air humide. A est le ventilateur mû par une force quelconque; B, la gaîne conduisant l'air neuf sous la boîte C, où il passe à travers une toile tendue, qui reçoit par le haut des jets d'eau très-divisés, qu'on règle par le robinet D. Le trop-plein s'écoule par le bas, dans un petit caniveau, qui le conduit au dehors et le tuyau E dirige l'air rafraîchi dans la pièce à ventiler. Il va sans dire que le robi-

net D peut amener de l'eau phéniquée, si l'on ventile une chambre de malade, ou de l'eau légèrement parfumée, si l'on ventile un salon. Ce procédé peut rendre des services dans certains cas, mais il en est un, celui de la production du froid par le vide, qui remplacera bientôt tous les autres.

DE LA VENTILATION PAR LES APPAREILS D'ÉCLAIRAGE.

Rappelons les divers moyens de ventilation obtenus dans ces derniers temps par les appareils d'éclairage, qui n'ont servi d'abord qu'à donner de la lumière. On employa ensuite le gaz dans les appareils de chauffage; un troisième rôle lui était réservé: celui de force ventilante pour porter au dehors l'air vicié par la combustion et par la respiration.

Il n'est personne qui n'ait remarqué cette atmosphère particulièrement impure et lourde qu'on respire, par exemple, dans les foyers des théâtres ou dans les escaliers fermés et éclairés au gaz. Nous savons que la lumière résulte de la combustion, c'est-à-dire, de la combinaison de l'oxygène atmosphérique avec des produits divers, composés d'hydrogène et de carbone. C'est surtout la présence de molécules solides dans la flamme qui lui procure les propriétés lumineuses; quand la combustion est complète, il y a d'abord diminution de l'oxygène dans les pièces et production d'acide carbonique. De plus le gaz des villes n'est qu'imparfaitement purifié et son emploi donne lieu à la production de gaz sulfureux, ammoniacaux, etc., qui vicient l'air, souillent les dorures et les meubles et dont il importe d'effectuer l'évacuation.

On peut combiner l'éclairage et la ventilation de trois manières: 1° en plaçant les becs de gaz en dehors des pièces qu'ils éclairent par un verre dormant, comme le fait la lumière solaire. Ce moyen s'applique aux théâtres, aux cabines de navires, aux écuries ou aux pièces que l'on veut mettre à l'abri du feu; 2° les becs de gaz peuvent être dans les pièces elles-mêmes, mais alimentés d'air par l'extérieur. Cela se fait dans les vitrines de magasins; 3° enfin, l'appareil se place dans les pièces à éclairer, qui alimentent la combustion, mais alors elles doivent être munies des gaînes de sortie qui servent à évacuer

les gaz brûlés en même temps qu'ils ventilent la pièce. Pourquoi, hélas! n'en agit-on pas ainsi partout?

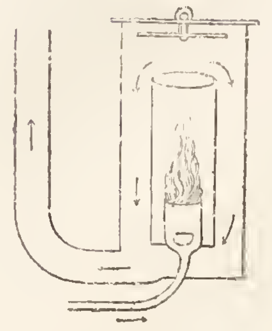


Fig. 359.

Longtemps avant l'emploi du gaz, l'une des premières applications pratiques de l'éclairage à la ventilation a été faite, d'abord en 1812, par le marquis de Chabannes, qui ventila le théâtre de Covent Garden (fig. 292) par l'appel du lustre. En étudiant cette figure, on y reconnaît la disposition des « sun burners, » si usités aujourd'hui à Londres. Les brevets d'invention du marquis de Chabannes nous montrent, à la même époque, un moyen de ventiler les appartements par des lampes placées dans une gaîne aboutissant à la cheminée.

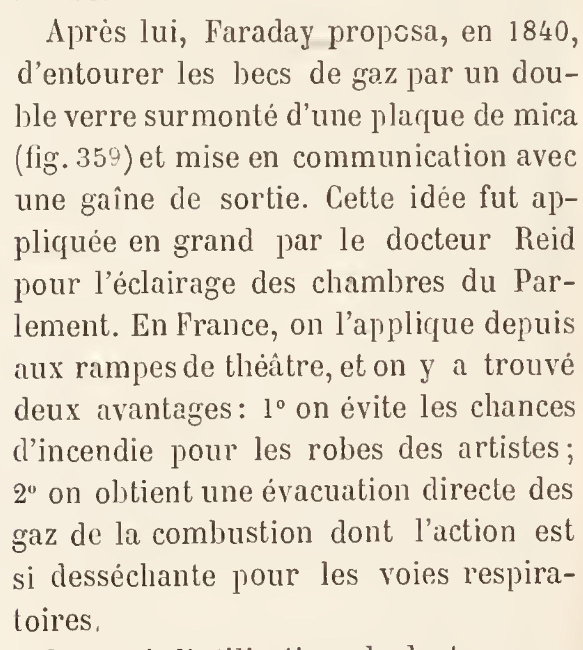


Fig. 360.

Après lui, Faraday proposa, en 1840, d'entourer les becs de gaz par un double verre surmonté d'une plaque de mica (fig. 359) et mise en communication avec une gaîne de sortie. Cette idée fut appliquée en grand par le docteur Reid pour l'éclairage des chambres du Parlement. En France, on l'applique depuis aux rampes de théâtre, et on y a trouvé deux avantages: 1° on évite les chances d'incendie pour les robes des artistes; 2° on obtient une évacuation directe des gaz de la combustion dont l'action est si desséchante pour les voies respiratoires.

Quant à l'utilisation du lustre pour l'appel, d'Arcet, imitant le marquis de Chabannes, l'avait déjà appliquée en 1825, et cela pour un excellent motif, c'est qu'il ne peut en être autrement, sous peine d'élever la température des cintres à un degré intolérable. Mais comme nous l'avons vu en parlant des théâtres, là se trouve un écueil, c'est-à-dire, un courant d'aspiration des ondes sonores et un

appel d'air trop énergique par la scène et par les portes des loges. Pour y remédier, on a voulu supprimer complétement le trou du lustre, ce qui avait d'autres inconvénients ; puis on a descendu le lustre lui-même en le mettant dans une enveloppe cristalline, comme au Vaudeville. Enfin, au nouvel Opéra à Paris, on laissera le trou ordinaire du plafond, mais on le rétrécira le plus possible, pour diminuer les effets de l'appel que détermine la chaleur du gaz.

On voit que la question de l'éclairage en est encore à la période des tâtonnements.

Si nous passons aux petits espaces comme les clubs, les fumoirs, les restaurants, les salles de lecture, etc., nous verrons que le remède est à côté du mal et qu'en Angleterre, on a combiné, sur une grande échelle, l'éclairage et la ventilation par les « sun burners » ou lustres à gaz, avec double gaîne ventilatrice formant une sorte d'égout aérien. Les types que nous figurons ci-dessous se rencontrent à Londres aujourd'hui dans presque tous les bâtiments publics.

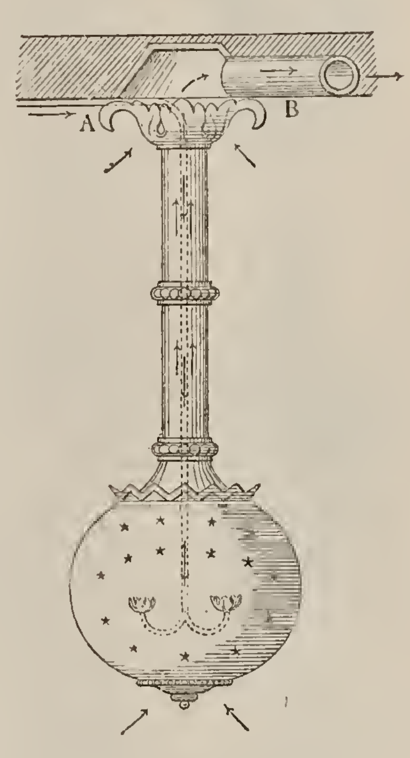


Fig. 361.

Les premiers lustres réflecteurs à gaz se composaient d'abord de simples jets en couronne, en forme de papillons ou de queues de poissons placées sous un réflecteur métallique aboutissant à une gaîne d'évacuation pour les gaz brûlés. Le premier inconvénient était l'ombre portée par le réflecteur suivant la hauteur où il était placé. On y remédia en donnant à l'appareil la disposition de la figure 360. Le second inconvénient était la rentrée d'air froid tombant sur les lustres et pouvant éteindre les becs. On y obvia par une soupape particulière fermant le tuyau d'évacuation en même temps que le robinet de gaz, et on surmonta le tuyau d'air vicié d'un chapeau contre les vents. Dans la figure 360, qui est la disposition la plus usitée pour abaisser les lumières, le lustre est en contre-bas des plafonds et la gaîne d'évacuation est verticale. La partie supérieure est un treillis

métallique garni de mica transparent pour éviter l'ombre du réflecteur. Quand le lustre est appliqué dans le plafond, comme dans les fumoirs, on le surmonte par une petite voûte en fonte émaillée et on envoie la gaîne d'air vicié dans une double conduite isolante, aboutissant à une cheminée.

La figure 361 est une forme très-usitée à Londres pour les petits espaces; elle est surtout applicable aux magasins, aux cafés, vestibules et antichambres. Le tuyau d'arrivée du gaz est intérieur et l'air de la pièce est évacuée par le bas et par le haut de l'appareil.

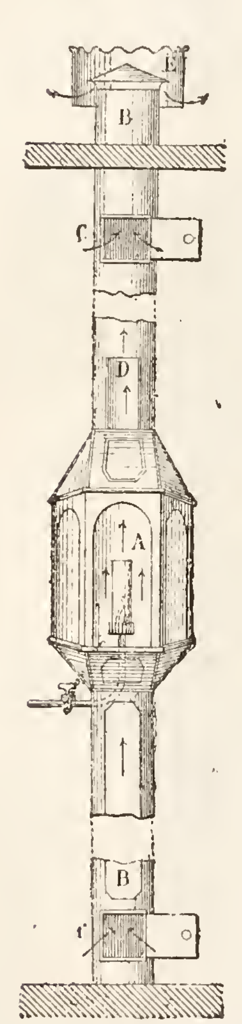


Fig. 362.

Dans la salle des séances de la Société d'encouragement à Paris, la sortie de l'air vicié a lieu sous l'appel de nombreux becs de gaz placés dans une cheminée située dans les combles, où aboutissent des gaînes d'évacuation avec prises en contre-bas. L'arrivée de l'air neuf a lieu dans une chambre de mélange et par de larges orifices ménagés dans les ornements du plafond. En plaçant en bas le robinet à gaz, la personne chargée de la ventilation peut, par l'inspection de quelques thermomètres et sans monter dans les combles, activer, arrêter et modifier à son gré la combustion du gaz, c'est-à-dire l'activité de l'aération. Pour la ventilation et le chauffage d'hiver, un calorifère placé en dessous de la salle envoie de l'air à la température et à la qualité voulues. En cas de besoin, l'ouverture des orifices du plafond, pendant quelques instants, donne une issue facile à l'air vicié.

Il est d'autres applications qu'il est très-important de noter parce qu'elle peuvent rendre de grands services suivant les cas, surtout quand on a besoin d'une force mobile variable et exempte de dangers ou de surveillance. Ainsi, dans la disposition fig. 362, on peut régler la ventilation par appel en bas ou en haut, suivant les saisons, dans la gaîne d'évacuation B, par les orifices à coulisse C. Un ou plusieurs becs, placés en A, éclaireront les pièces et feront appel par entraînement en D. Il sera nécessaire d'abriter la sortie par un chapeau, en E, pour le mettre à l'abri de la pluie ou du vent et l'on

fera bien d'élargir la gaîne d'évacuation au-dessus des becs au point D.

Une autre disposition plus simple (fig. 363), s'applique aux dortoirs des colléges, aux lieux bas et humides et surtout aux cabinets d'aisance, en faisant partir le tube inférieur sous le siége avec sortie par un tube d'évacuation à l'extérieur. Ce moyen a été appliqué avec succès dans les gares du chemin de fer du Nord, où les urinoirs et cabinets sont mis 2 à 2, en communication avec des jets permanents, placés dans des lanternes qui éclairent les pièces et les assainissent en même temps. C'est un moyen qu'on devrait appliquer dans tous les lieux publics. Signalons, enfin, un emploi du gaz pour rafraîchir les appartements en été, en mettant les becs ou la force ventilante à l'intérieur des cheminées, dans un tube mobile, fixé derrière le tablier qu'on soulèvera de 15 à 20 centimètres. On mettra naturellement les pièces en communication avec une cave saine et on réglera l'arrivée de l'air frais par des registres ou par le nombre de becs de gaz. Ce même moyen peut s'appliquer aux salons de réception, dont la bouche d'extraction sera le foyer ; le tablier sera relevé et garni de fleurs par devant. Il cachera le tube des becs à gaz placés à l'intérieur. L'air de remplacement sera fourni par les corniches et par le dessus des portes disposées en conséquence pour diviser les courants à leur arrivée.

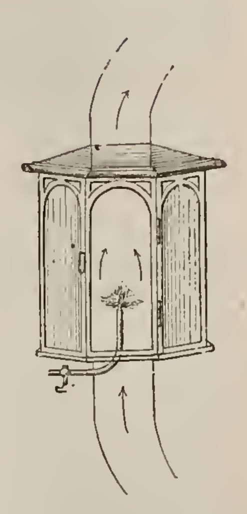


Fig. 363.

Il nous reste, en parlant des gaz de la combustion, à signaler un emploi des plus ingénieux de la fonte que l'on utilise en Angleterre pour les rosaces des plafonds situées au-dessus des appareils d'éclairage. La chaleur et la fumée des lampes ou du gaz trouve dans la rosace une issue naturelle aboutissant à une cheminée. Les ouvertures se dissimulent dans les ornements, qui se composent d'appliques mobiles faciles à visiter et à nettoyer.

VENTILATION PAR L'AIR COMPRIMÉ.

Un mode de ventilation récemment appliqué par M. de Montdésir, dans de grands espaces, est celui que l'on obtient en injectant, au

moyen d'un ajutage conique, de l'air comprimé dans une gaîne cylindrique ouverte en arrière du jet (fig. 364). On produit ainsi l'entraînement des couches gazeuses contiguës, proportionnellement à la pression de l'air comprimé et au diamètre du jet. Or, comme l'on peut régler et le diamètre du jet et la pression de l'air, c'est-à-dire, la puissance du moteur, on voit qu'on peut agir sur la ventilation par la simple manœuvre d'un robinet, comme on règle l'écoulement de l'eau ou la vitesse d'un appareil mécanique. C'est un moyen d'action qui sort un peu des limites de ce travail, mais il offre un tel intérêt et il se rattache de si près à nos études, qu'il ne sera pas inutile d'en dire quelques mots.

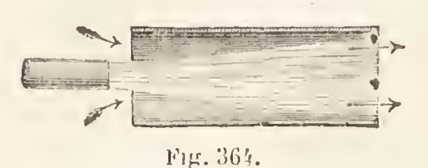


Fig. 364.

La connaissance de la puissance et de l'élasticité de l'air comprimé est aussi ancienne que le monde. Un physicien, qui vivait à Alexandrie, 200 ans avant J. C., Héron, en fit la première application dans une fontaine qui porte son nom ; mais jamais on n'avait tiré de ce principe un parti industriel. De nos jours, en 1822, Wilkinson fit des expériences qui prouvèrent que l'air comprimé pouvait se transmettre à de grandes distances. Après lui, d'Aubuisson démontra, en 1826, que dans des conduites de 400 mètres de longueur, on n'éprouvait qu'une perte de 4 % seulement sur l'air injecté. En 1854, M. de Cavour, à l'occasion du percement du Mont-Cenis, insista pour l'emploi du nouveau moyen et fit justement observer « qu'avec ses chutes d'eau, la Savoie avait plus de force motrice que l'Angleterre avec toutes ses mines de charbon. »

Aujourd'hui que le prix des houilles augmente de toutes parts, la grande industrie se demande à quelle force il faudra s'adresser dans l'avenir pour remplacer nos mines épuisées.

Or, il est deux sources de force, sans limites, fournies gratuitement par la nature: l'eau, quand on pourra la décomposer industriellement, et l'air, qu'on peut comprimer et emmagasiner à volonté dans des réservoirs au moyen des chutes de nos cours d'eau. Ici, la vapeur cédera le pas à un agent soumis et infatigable, complétement à l'abri des grèves des mineurs et des dangers de l'exploitation des mines. Au moyen du câble de Hirn, ou de tuyaux multipliés à l'infini, comme ceux qui transmettent le gaz d'éclairage, on enverra la force comme on envoie aujourd'hui l'eau, la lumière et la chaleur

On sait que lorsqu'une masse d'air est en repos, on peut lui faire acquérir une force motrice, en la comprimant dans un espace clos, d'où on la laisse ensuite sortir par un orifice réglé par un robinet. Mais le travail étant plus grand que celui qu'on pourrait retirer ensuite de ce moteur, il est plus avantageux de l'appliquer de suite à l'effet qu'on veut obtenir. Mettre de l'air en mouvement par une force quelconque pour le faire agir ensuite sur une machine serait aussi absurde que d'élever de l'eau par une pompe pour la faire tomber ensuite sur une roue. Voilà pour les principes.

Mais il n'en est pas de même quand il s'agit d'appliquer l'effet de l'air comprimé à l'entraînement des couches contiguës, de le modifier, de le régler, de l'emmagasiner et de le distribuer au besoin comme on le fait dans l'industrie : et, quand on examine de près ce nouvel et merveilleux agent, on se demande pourquoi on va chercher si loin et à grands frais une force que, dans une foule de pays, la nature vous met gratuitement sous la main, absolument comme on va au Pérou chercher du guano, pour jeter ensuite en rivière tous les résidus des villes. La nouvelle source de mouvement offre les avantages suivants : 1° on la produit sans autres frais que la dépense première des appareils compresseurs, quand on pourra disposer d'une force naturelle comme le vent, une chute ou un cours d'eau, dont on transforme ainsi la puissance ; 2° on peut l'emmagasiner, la conserver, la transporter à distance presque sans perte. Au Mont-Cenis, la longueur totale des tuyaux a été jusqu'à 7 kilomètres et la perte de pression n'était que de 8 à 10 °/₀. On fera dans les villes une canalisation comme celle du gaz, se réglant de même par des robinets. Plus de charbon, plus de fumée, plus d'ouvriers en goguette. Le nouveau moteur, après avoir produit son effet utile, le complétera, en assainissant l'atmosphère de l'atelier. Enfin, l'air comprimé se prête à un fractionnement infini, et peut convenir sous ce rapport à la petite industrie qui cherche vainement une force docile, économique et à l'abri de tous dangers pour nos habitations.

Dans la grande et merveilleuse application dont nous avons parlé, le percement du Mont-Cenis, on a obtenu par l'air comprimé un double résultat : on a pu transmettre la force motrice à des distances considérables et, en même temps, fournir l'air respirable nécessaire à la vie des ouvriers. Ce moyen s'applique aussi bien au transport en grand des dépêches qu'aux modestes sonneries à air dans nos ap-

partements. Tout le monde se rappelle qu'en 1867, le difficile problème de la ventilation du palais de l'Exposition fut résolu par M. de Montdésir, au moyen de l'air comprimé. Dans l'industrie, on en trouve des applications pour les séchoirs, les brasseries, les manufactures de tabac, les navires, les mines, etc. Ce principe consiste à augmenter la quantité d'air mis en mouvement, à diminuer et régler sa vitesse, c'est-à-dire, à transformer le travail des anciens ventilateurs, qui donnent des vitesses inutilement trop grandes.

Au point de vue qui nous occupe, celui de l'hygiène, on voit qu'on peut en tirer les applications les plus variées. On a essayé d'en faire usage pour certaines affections, en mettant le malade dans des récipients disposés dans ce but. L'effet produit consiste dans une sensation de pesanteur dans les oreilles qui cesse au bout de quelques instants. La respiration devient plus facile et plus fréquente ; le pouls se ralentit, la tension artérielle est augmentée : une bougie brûle plus activement par suite de l'accroissement de la proportion d'oxygène. Chez l'homme, cette activité de la combustion engendre un accroissement d'appétit et de puissance musculaire. Dans les travaux exécutés sous les fleuves ou dans les cloches à plongeurs, on a pu faire supporter sans dangers à des ouvriers des pressions de 3 atmosphères, pourvu que la décompression soit lente ; si elle avait lieu trop vite, on éprouverait des congestions ou des hémorragies comme on en a des exemples dans les ascensions en ballon et sur le Mont-Blanc. Si l'on pousse trop loin la pression de l'air, jusqu'à 10 et 12 atmosphères, par exemple, l'oxygène devient pour nous un véritable poison ; tandis qu'au-dessous de 9 atmosphères, l'acide carbonique envahit le système nerveux et artériel, puis, ne pouvant sortir des poumons, il y produit une véritable asphyxie.

Mais, revenons aux applications pratiques qui nous concernent. Dans les navires, où la question de place est si importante, on peut envoyer de l'air pur, au moyen de gaînes de petit diamètre, dans les parties de la cale les plus éloignées. On peut ainsi, dans les transports lointains de produits végétaux et animaux, éviter l'échauffement ou la fermentation qui compromettent souvent des cargaisons entières. Dans les établissements insalubres, on peut diriger et régler l'arrivée de l'air au point nécessaire en l'imprégnant tantôt d'acide phénique, pour la désinfection, ou d'humidité, au moyen d'un jet d'eau pulvérisé, s'il s'agit de filatures ou d'établissements où l'on veut pro-

duire un abaissement de température. Dans ce dernier cas, le refroidissement se produit par la vaporisation rapide de l'eau entraînée par le jet d'air comprimé. Pourquoi un moyen si simple et si rationnel n'est-il pas employé pour nos théâtres en été? C'est ce que nos neveux se demanderont avec étonnement quand on leur dira qu'en 1873, on continuait à s'empoisonner les uns les autres malgré les moyens si simples inventés par la mécanique moderne.

DES ÉGOUTS ET DES FOSSES D'AISANCE.

Nous avons dit en commençant ce travail que nous prendrions l'eau depuis le moment où elle tombe du ciel, jusqu'à celui où après avoir servi aux besoins de l'homme, elle s'est mélangée à divers éléments organiques et doit retourner au sol sous forme d'engrais liquide pour « fermer le cercle de la nature ».

Ce que nous voulons surtout chercher à préconiser, c'est ce qu'on appelle « le principe de la circulation continue » pour éviter les nombreuses causes de maladies provenant de la fermentation des matières organiques : ce que nous voulons prouver, c'est ce principe de l'hygiène : « le mouvement, c'est la vie ; la stagnation, c'est la mort. »

Nous allons donc examiner succinctement les différents moyens fournis par la science pour nous affranchir des causes d'infection qui vicient l'atmosphère de nos demeures.

Tout le monde a observé que partout où les hommes vivent en grand nombre, il se développe parmi eux des causes d'insalubrité et des maladies inhérentes à l'encombrement. En effet, les habitations serrées les unes contre les autres empêchent la circulation de l'air ; les détritus provenant des aliments et des sécrétions diverses souillent le sol et les eaux voisines ; enfin, les morts eux-mêmes viennent ajouter pour les survivants de nouvelles causes d'infection et de maladie. De là, résulte pour les administrations un ensemble de mesures, gênantes quelquefois, mais que j'appellerai des mesures de salut public, pour assurer à tous les habitants d'une ville les bienfaits de la lumière, de l'eau, de la propreté, de la santé enfin qu'individuellement ils seraient inhabiles à obtenir.

Parmi les conditions de salubrité des villes, se trouve en première ligne une abondante distribution d'eau pure servant à alimenter les

habitants, à nettoyer, à rafraîchir la ville ; et, en second lieu, une canalisation souterraine entraînant au loin les liquides impurs et toutes les matières fermentescibles, pour prévenir les maladies résultant de leur présence, puis pour restituer à l'agriculture les principes fertilisants qu'on lui a enlevés sous formes diverses.

Résumons en quelques mots ce que doit être une distribution et une circulation d'eau dans les villes :

Un bon système de distribution d'eau pure et de drainage des eaux vannes, n'admet ni citernes, ni puisards, ni fosses fixes, qui ne sont, après tout, que des causes multiples de stagnation pestilentielle. Non-seulement, au point de vue de l'hygiène, on ne doit pas laisser séjourner au-dessous des habitations humaines les matières des fosses ou les eaux ménagères ; non-seulement, au point de vue de l'agriculture, on ne doit pas tolérer le déplorable gaspillage des eaux vannes et l'empoisonnement des rivières, mais il faut prendre modèle sur la nature qui nous donne, dans le corps humain, le plus admirable modèle à suivre pour la circulation de l'eau dans les villes. Cette circulation se compose essentiellement d'un double système, l'un afférent ou artériel, l'autre efférent ou veineux : en d'autres termes, le grand corps qu'on appelle une ville, a deux séries de tuyaux, l'un amenant l'eau pure, l'autre emportant au loin dans les campagnes les eaux qui ont servi aux besoins des habitants. Le cœur qui fera fonctionner ce système sera tantôt une machine à vapeur, tantôt des turbines ou autres moteurs, si la ville est placée près d'une rivière Maintenant, pour l'alimentation d'eau pure, évitons les rivières toujours plus ou moins imprégnées des impuretés organiques et minérales enlevées aux champs voisins, surtout lors des pluies, ou aux villes placées en amont. Laissons les fonds des puits ou des vallées ; recherchons en haut des collines les eaux provenant de terrains sablonneux lavés par des pluies séculaires. Évitons les fosses fixes et les puisards. Que l'eau qui a servi à nos usages entraîne au loin par des tuyaux de grès vernissé, ou de surfaces bien lisses, les détritus de toute nature, pour reporter aux campagnes ce que nous leur avons pris sous forme de produits alimentaires. Que si les champs irrigués sont d'une formation argileuse, compacte et peu perméable, n'avons-nous pas à notre disposition des tuyaux de drainage artificiel ? Tout cela coûte, dira-t-on ? Eh bien ! mettons d'un côté les frais d'enlèvement des fosses, les maladies de tout genre provenant de la

stagnation des matières fermentescibles, l'incapacité au travail, les frais d'hôpitaux, etc.; de l'autre côté, voyons l'influence de la santé sur notre puissance de production, pesons les effets de la propreté, au physique comme au moral, calculons les profits des engrais apportés aux campagnes, la plus-value des sols irrigués, et décidons de quel côté sont les profits de l'opération!

L'eau qui tombe en forme de pluie sur les collines subit une filtration naturelle à travers les sables; elle est recueillie dans des aqueducs qui la mènent par des tuyaux de distribution à chaque étage de nos maisons. De là, enrichie de résidus fertilisants qu'elle entraîne, avant qu'ils soient entrés en fermentation, elle va, en messager fidèle et commode, porter l'abondance dans les campagnes où elle dépose dans le sol les matières solides qu'elle tient en dissolution ou en suspension. Puis, elle descend dans des tuyaux de drainage, s'écoule par les rivières vers l'océan, d'où elle s'élève en vapeur sous l'influence de la chaleur solaire, pour être reportée par les vents, redescendre sous forme de pluie sur nos collines et pénétrer encore dans nos tuyaux collecteurs. Ainsi, sous l'influence de deux forces, la chaleur et la pesanteur, se trouve complété le grand cercle de la nature.

Ce programme se trouve réalisé d'une manière merveilleuse dans Paris, dont la position exceptionnelle, au point de vue de la salubrité et de la circulation des eaux, frappe d'admiration, même quand on a vu toutes les capitales de l'Europe et de l'Amérique.

En effet, la ville, placée sur sa plus grande longueur, dans la direction des vents dominants, c'est-à-dire, de l'Ouest à l'Est, est en outre coupée en deux par une grande artère fluviale et par des quais qui favorisent la circulation de l'air. De plus, les deux parties, nord et sud de la ville, s'élèvent graduellement à partir du fleuve et donnent ainsi une pente naturelle aux eaux vannes qui s'écoulent dans deux collecteurs latéraux à la Seine, pour se joindre au Pont de l'Alma et aboutir à Asnières .On voit qu'il est difficile de réunir des conditions plus favorables, et je ne connais pas de capitale qui les présente à un degré égal. Pour compléter son œuvre, la nature a placé à la sortie de Paris un filtre merveilleux, formé de l'ancien lit de la Seine, c'est-à-dire, de couches siliceuses, toutes préparées pour recevoir les eaux vannes, en retenir les parties fertilisantes pour rendre au fleuve les eaux de drainage et former ainsi aux portes de Paris, ce marché

immense, un vaste potager, sans égal au monde. Les eaux de Seine, celles de la Marne ou des puits artésiens, sont là en quantités inépuisables pour les fontaines publiques, les arrosements et le lavage des rues. Puis, de chaque côté du fleuve, une source magnifique, la Dhuys et la Vanne, pour servir à la boisson et aux usages spéciaux des habitants. Est-il possible d'imaginer un plus merveilleux ensemble ?

Ici se pose une difficulté : on dit avec raison que les eaux vannes amenées par les collecteurs deviennent une cause d'insalubrité désastreuse pour la banlieue ; elles introduisent dans le cours du fleuve des éléments de fermentation dangereux et le rendent impropre aux usages domestiques et industriels. Ce système de collecteurs ne ferait donc que déplacer le mal et reporter sur un point de la banlieue l'infection de la Seine à Paris. Mais ici, comme en beaucoup de choses ici bas, le remède se trouve à côté du mal : les eaux vannes renferment par mètre cube 3 kilogrammes de substances étrangères, dont 1 kilogramme en dissolution, et 2 kilogrammes en suspension, formées de matières azotées, phosphate, potasse, calcaire, etc., qui leur donnent les qualités d'un véritable fumier ; elles peuvent donc trouver un emploi immédiat aux usages agricoles, comme on en a déjà des exemples à Milan, à Valence et à Édimbourg. C'est ce qu'a bien compris l'administration de la Ville de Paris, qui, secondée par ses deux savants ingénieurs MM. Mille et Alf. Durand-Claye jeune, a poursuivi, dans la plaine de Gennevilliers, des essais passés aujourd'hui en pratique régulière et qui déjà servent de modèles aux autres administrations. Dès aujourd'hui, 80 000 mètres cubes par jour, c'est-à-dire, le tiers des eaux vannes de la capitale, peuvent être utilisées par l'agriculture, et le double problème : assainissement efficace des villes et utilisation agricole des eaux vannes se trouve pratiquement résolu.

Dans presque toutes les grandes villes, la première partie du problème a été comprise : il en est bien peu aujourd'hui qui ne soient pourvues d'eau en abondance et la question a pris aujourd'hui une importance telle que l'on n'hésite pas à faire les plus grands sacrifices pour aller chercher au loin des eaux potables ; ce n'est plus qu'une question de temps. Sur le second point, le progrès est plus lent à se faire : tandis que les engrais commerciaux augmentent tous les jours, on hésite encore à utiliser les eaux vannes faute de don-

nées suffisantes et on va chercher au loin des engrais qu'on a sous la main. D'un côté des dépenses considérables; de l'autre, avec l'emploi des eaux vannes, salubrité et richesse : que le progrès est lent à venir! Dans la seule ville de Paris, les ingénieurs calculent qu'il se perd annuellement pour sept millions de matières fertilisantes qui empoisonnent la Seine : et de plus, en 1872, on a eu à dépenser 120 000 francs pour draguer le fleuve à Asnières. On voit que les frais d'élévation des eaux vannes peuvent être largement couverts par l'abonnement futur des eaux d'égout en aval, comme on s'abonne aux eaux de source en amont.

Dans ces dernières années, il y a eu divergence d'opinions sur cette double question : l'alimentation des villes par les eaux de sources ou de rivière et l'utilisation des eaux après qu'elles ont servi aux besoins publics et particuliers.

Sur le premier point, on est à peu près d'accord : tout le monde commence à comprendre que les eaux de rivière ont pour principaux inconvénients d'être froides en hiver, chaudes en été et presque toujours chargées de détritus minéraux et végétaux que les pluies et d'autres causes leur font charrier, puisque ce sont des égouts naturels. Au contraire, les eaux de sources, captées dans des terrains convenables et amenées par des conduites souterraines dans des réservoirs, à l'abri des vents et de la lumière, conservent bien mieux une température régulière et sont exemptes des impuretés de l'atmosphère.

Mais sur le second point, l'écoulement des eaux vannes ayant servi aux divers usages des villes, il y a deux systèmes que l'expérience n'a pas encore définitivement consacrés. Le premier consiste dans la désinfection des eaux, soit par la décantation, dans des bassins de dépôt, soit par leur passage à travers des filtres convenables, soit enfin par le sulfate d'alumine avant leur rejet dans les cours d'eau qui doivent les conduire à la mer : ces divers moyens ont déjà été employés sur une certaine échelle, en Angleterre et ailleurs, mais sont-ils applicables à de grands centres de population rejetant comme Paris 2 à 300 000 mètres cubes d'eau par jour ?

Ici, la question demande à être examinée au double point de vue de l'hygiène et de l'agriculture.

Sous ce dernier aspect, il n'y a pas à hésiter. Le devoir des municipalités est, non-seulement d'éviter l'infection des cours d'eau qui les

traversent, mais, surtout, de rendre à l'agriculture tous les éléments de fertilité que les villes, ces pompes aspirantes, ont enlevées aux campagnes voisines. De nombreux exemples prouvent depuis longtemps tout le parti qu'on peut tirer des eaux d'égouts employées en irrigations. Ce moyen simple et économique évite les complications des bassins de décantation, l'enlèvement des matières déposées au fond des bassins et rend en totalité à l'agriculture et près des villes, leur marché naturel, toutes les matières fertilisantes que ces gouffres ont absorbées pour l'alimentation publique. De plus, dans un temps qui ne peut être éloigné, on supprimera le système barbare des fosses étanches qui condamnent la population à vivre dans une atmosphère infectée des gaz délétères qui se dégagent des 70 000 maisons de Paris. Si l'on suppose leurs fosses à moitié pleines, on arrive à un chiffre de 5 à 600 000 mètres cubes de matières en voie de putréfaction permanente, et cela dans une ville qui a la prétention de se croire un foyer de civilisation et de lumières.

L'emploi direct des eaux vannes est simple, facile, à la portée des cultivateurs les plus ignorants, surtout quand on a, comme dans le bassin de la Seine à Gennevilliers, un immense filtre naturel pouvant absorber tout ce que Paris peut lui donner d'engrais et lui rendre promptement sous forme de produits agricoles. Mais il y a un point qui n'est pas complétement éclairci, c'est le point hygiénique et médical. On connaît les effets du colmatage naturel, dans les rivières ou les étangs, dont les niveaux baissent pendant les chaleurs. Leurs bords, où se déposent les matières organiques, donnent lieu, sous l'influence du soleil d'été, à des fermentations qui causent des fièvres de diverses natures. L'embouchure des grands fleuves, comme le Gange, le Mississipi et la rivière des Amazones, nous en donnent, hélas ! de cruels exemples. Maintenant, dans les essais faits jusqu'à présent sur une petite échelle, l'eau d'égout a peu d'odeur ; mais, lorsque la totalité des eaux vannes sera employée sur un point à l'irrigation, lorsque de vastes terrains seront imprégnés des détritus des égouts et que les vents régnants de l'ouest ramèneront sur Paris les émanations des champs irrigués, est-il bien sûr que la santé publique n'en souffrira pas ?

A cette objection, on répond que les eaux ménagères récentes n'ont pas d'inconvénient. Ainsi, les poissons se nourrissent parfaitement à l'embouchure des égouts dans les rivières, mais qu'on les mette

dans les mêmes eaux recueillies dans un bassin où elles stationnent et fermentent, et les poissons périront immédiatement. On fait encore remarquer à cette occasion, que les végétaux comme la terre, ont une puissance d'absorption considérable et que si l'on entretient la circulation dans les canaux d'irrigation, si on la facilite par un drainage souterrain convenable, si on applique les eaux d'égout aux prairies dont les tiges sont très-rapprochées, de manière que la végétation ait lieu sans solution de continuité, si enfin, on fait arriver les liquides à l'état frais, c'est-à-dire, avant que la fermentation n'ait pu se développer, aucun danger n'est à craindre. En résumé, pour tous les esprits pratiques qui ont étudié la question chez nous et à l'étranger, l'irrigation directe, sans dépôt, sans discontinuité est la solution la plus simple, la plus économique, la plus efficace de ce double et important problème : assainissement des villes et fertilité des campagnes.

Notre savant ingénieur, M. Belgrand, dans son mémoire du 20 septembre 1871, conclut avec raison à la suppression des fosses fixes et à la vidange à l'égout de toutes les matières actuellement enlevées par les procédés barbares que nous connaissons. Sur 68 000 maisons existant à Paris en 1869, 34 538, c'est-à-dire, un peu plus de la moitié seulement seraient abonnées aux eaux de la ville ; or, pour moi, ce n'est pas douteux, j'en ferais une loi de salut public et j'imposerais aux propriétaires l'obligation d'abonnement dans un temps donné, absolument comme on leur impose le ravalement de la façade de leur maison tous les 10 ans, ou l'impôt direct pour frais de police, d'éclairage et d'arrosement, cela dans un but d'intérêt général. La liberté s'arrête là où vous empoisonnez vos voisins. Comme la vidange coûte à Paris de 7 à 8 francs le mètre cube, suivant les quartiers, on évite l'usage de l'eau dans les cabinets; ceux des maisons d'ouvriers, comme ceux des casernes, sont des foyers d'infection ; or, les propriétaires, en payant à la Ville l'abonnement à l'eau et une faible redevance sur les tuyaux de chute, feront une économie réelle, tout en assainissant leurs immeubles. Cette transformation ne peut se faire que progressivement, je le sais ; mais dans une ville comme Paris, après l'argent dépensé pour les écoles, il n'en est pas de mieux placé que celui qu'on appliquera aux travaux de distribution d'eau et de drainage souterrain.

Il est encore malheureusement beaucoup de rues où les égouts

n'existent pas. Quels sont les moyens d'atténuer les inconvénients de l'état de choses actuel, et en quoi consiste le système diviseur dont la nature elle-même nous donne l'exemple dans le corps humain, cet appareil diviseur par excellence? Les dispositions employées aujourd'hui après bien des essais de divers systèmes proviennent d'une erreur impardonnable de l'administration qui, contrairement à ce qui s'opère dans plusieurs villes, s'oppose à la vidange complète des matières à l'égout, sous prétexte qu'elles en rendraient le nettoyage pénible et quelquefois dangereux. Or, que peuvent faire mille mètres

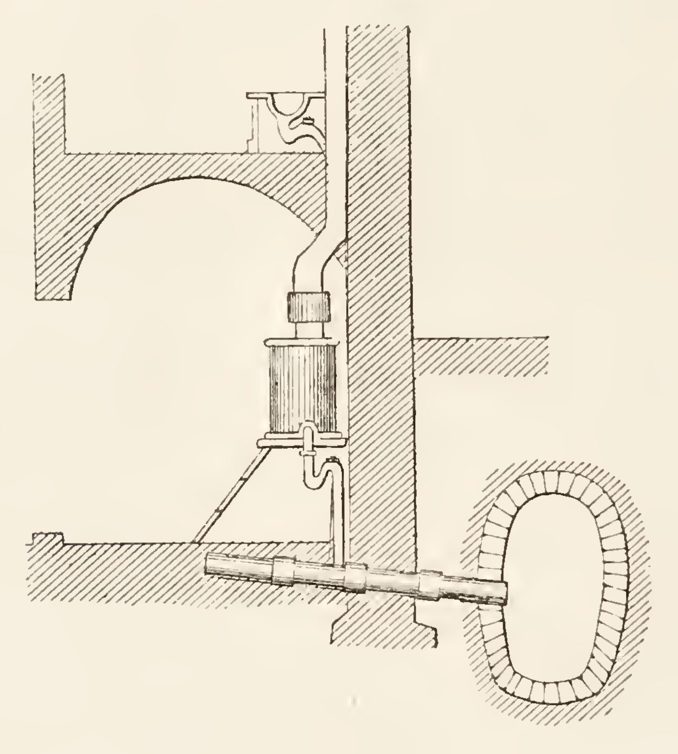


Fig. 365.

cubes de matières fraîches et non fermentées, envoyées journellement aux égouts et délayées dans 200 000 mètres cubes des eaux qu'ils reçoivent ? Un autre motif, a-t-on dit, est le défaut de pente dans beaucoup d'installations actuelles. Pourquoi, dans ce cas, ne pas relever l'appareil diviseur qui n'occupe en somme qu'un espace de $0^m,50$; sur 1 mèt. de haut ? Quelle est la cour où l'on ne pourra loger et cacher une caisse semblable ? On a commencé, en 1850, à permettre l'écoulement des liquides sur la voie publique, moyennant un droit de 1 fr. 25 par mètre cube, après la désinfection de la fosse.

Plus tard, on a adopté le système de séparation pure et simple (fig. 365): les liquides s'écoulaient dans une fosse spéciale d'où on les pompait au besoin. Enfin, aujourd'hui, on a réalisé complétement l'idée émise par Giraud en 1786, par Gourlier en 1788, par Parent-Duchâtelet

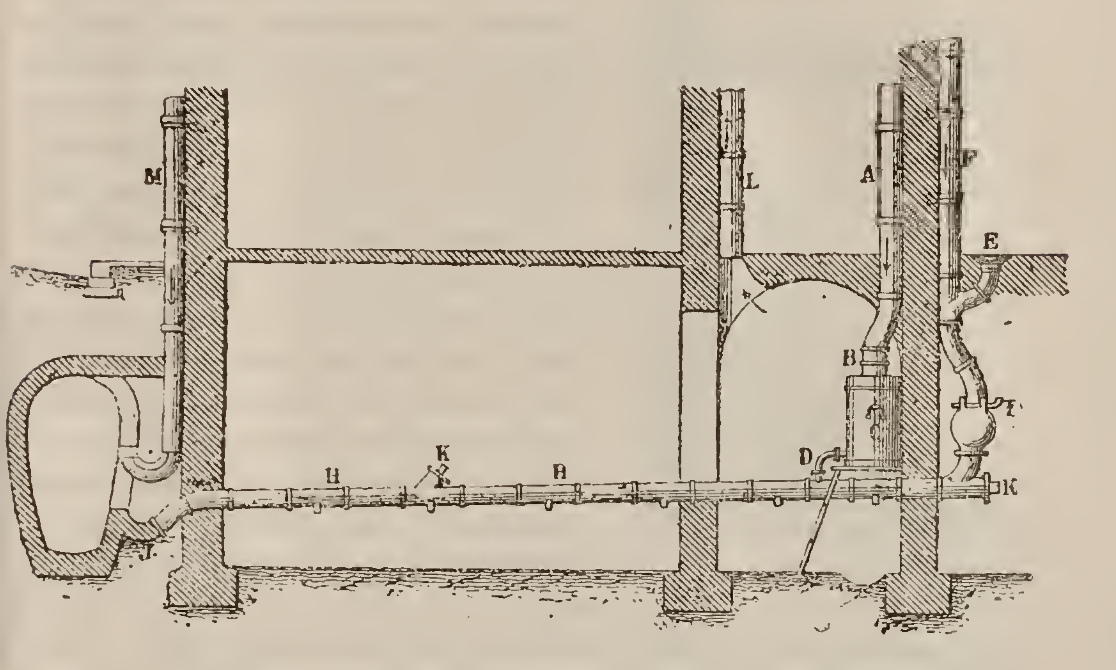


Fig. 366.

en 1835 et prescrites par l'administration en 1854 (on voit que le bien se fait longtemps attendre!). Les liquides aujourd'hui sont envoyés directement à l'égout comme l'indique la fig. 366, qui donne l'installation présente du drainage dans une maison de Paris.

A, tuyau de chute des cabinets; B, collier mobile à baïonnette pour relier le tuyau à l'appareil ; C, appareil diviseur de 0,80 c. de haut sur 0,40 c. de large et renfermant une plaque verticale de 0,25 c. de large percée de trous de 0,06 c. de diamètre pour laisser écouler les liquides par le tube en caoutchouc à raccords D; E, siphon obturateur recevant les eaux des cours; F, tuyau d'eaux pluviales servant aussi pour les eaux ménagères à chaque étage; H, collecteur général; I, siphon obturateur à enveloppe empêchant les émanations de remonter aux étages supérieurs; J, siphon ouvert à déversoir, placé dans le branchement d'égout; K, tampons de dégorgement placés de distance en distance et aux coudes; L, ventilateur allant jusqu'au toit; M, eaux pluviales, côté de la rue. Le tuyau doit plonger en J. On

voit, par cet exemple, que la circulation d'une maison moderne en sous-sol est chose assez compliquée. Pour compléter ce qui a rapport au système diviseur, nous donnons (fig. 367) une disposition qui convient surtout aux campagnes ou aux installations temporaires. Le tonneau supérieur renferme une paroi percée de trous comme les récipients métalliques usités à Paris, et les liquides s'écoulent dans le tonneau inférieur qui se roule directement au dehors, ou s'élève avec une poulie, pour vider son contenu dans la fosse à purin. Cette simple et économique installation devrait être appliquée partout dans les campagnes, où un mélange immédiat avec de la terre sèche permettrait d'assainir les villages et d'enrichir les fumiers presque sans frais.

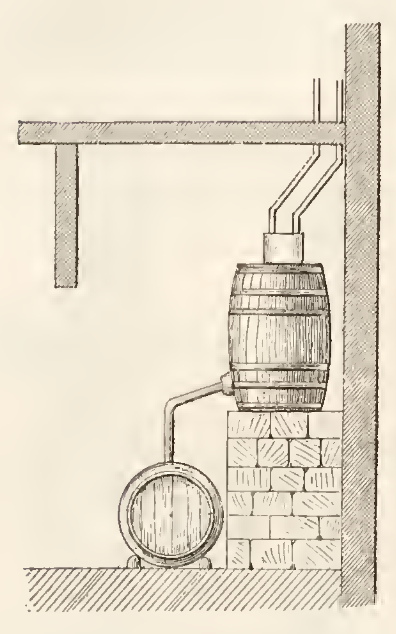


Fig. 367.

J'arrive au cas le plus fâcheux ; celui des fosses fixes, qu'il est difficile d'éviter dans les villes dépourvues d'égouts. On doit alors prendre des précautions particulières pour la santé publique et pour la protection des ouvriers, lors de la vidange. J'ai dit que la seule solution définitive du problème était dans l'envoi des matières à l'état frais et directement sur des terres cultivables disposées à cet effet. Voyons les divers expédients qu'on a inventés, en attendant qu'on puisse établir un drainage rationnel et définitif.

Quant aux inconvénients des fosses fixes, ils sont, hélas ! trop connus ; souvent elles sont perméables, surtout dans les anciennes maisons, où l'on a laissé à dessein quelques ouvertures au fond de la fosse, pour se débarrasser tant bien que mal de la partie liquide. De là, des infiltrations des plus dangereuses pour la santé publique et l'empoisonnement des couches d'eaux souterraines comme celui que cause le voisinage des cimetières. En second lieu, les fosses fixes font obstacle à la propreté des cabinets, parce que la dépense élevée de la vidange empêche l'usage de l'eau dans les cuvettes. De plus, la cheminée d'aérage, prévue par les règlements, produit la plupart du temps l'effet contraire à celui qu'on en attend. D'abord les matières

au libre contact de l'atmosphère sont plus sujettes à fermenter que si elles étaient dans une capacité close ; puis, lorsque la soupape du siége est ouverte, ou ferme mal, ce qui arrive souvent, les cheminées de l'intérieur des pièces font appel sur le tuyau de descente, et le tuyau d'évent qui devait procurer un courant ascendant, se trouve servir au courant contraire. Enfin, la vidange des fosses, malgré les ordonnances de police, est encore des plus barbares. Le brassage des matières avec les réactifs est incomplet et la désinfection est tellement imparfaite que le voisinage en est toujours empesté. Que dire des latrines fixes des casernes, des prisons et des colléges? Ne sont-ce pas des sources infaillibles de maladies contagieuses, et faut-il ajouter que le système actuel de dépôt des vidanges condamne une portion des environs de la capitale à une infection permanente qui en rend le séjour impossible?

Voyons maintenant les principaux moyens à appliquer dans nos habitations pour éviter l'infection des fosses fixes.

Celui-là a rendu un immense service à ses semblables qui, le premier, a eu l'idée d'adapter aux tuyaux de chute une valve ou soupape mobile obturatrice. Tantôt cette soupape agira sous l'influence d'un bras de levier qui aura un double effet : celui de laisser tomber les matières et celui d'ouvrir un robinet pour le lavage du siége. C'est là le mode le plus usité en France. Mais pour moi, la question n'est ici résolue qu'à moitié, parce qu'il y a là un mécanisme sujet à usure et à dérangement, puis, parce que la fosse est temporairement mise en rapport avec le cabinet. Les appareils Rogier-Mothes donnent l'exemple du deuxième moyen, c'est-à-dire de l'ouverture automatique de la soupape, sous une faible pression et son retour sur elle-même, par l'effet d'un contre-poids. Cette disposition dont l'invention a d'abord été appliquée pour les compteurs à eau, puis, pour des pendules hydrauliques, est bonne pour la campagne, parce qu'elle rend les siéges indépendants de la gelée quand la maison n'est pas habitée.

Il est d'usage à Paris aujourd'hui de reléguer les cabinets au fond des couloirs ou près des cuisines sous prétexte de leur insalubrité. Pour moi, c'est une erreur. Ils doivent être une dépendance immédiate de la chambre à coucher et du cabinet de toilette et, en prenant quelques précautions, la question d'insalubrité provenant de leur voisinage disparaît. C'est du reste le seul moyen de murer la vie privée et de

dérober le plus possible les infirmités humaines au contrôle des domestiques.

Nous avons dit que dans le tuyau d'évent, se produisaient souvent des courants renversés par l'appel des cheminées ou par d'autres causes. On a proposé pour cela de placer dans les cours un petit ventilateur remonté chaque matin par le concierge et injectant de l'air à faible pression dans le tuyau d'évent pour attirer l'air des cabinets. Ce moyen peut rendre des services dans quelques cas spéciaux, comme les prisons ou les casernes. La force peut être empruntée à un poids ou à un ressort qu'on remonte deux ou trois fois par jour, ou bien à une roue à augets, recevant un petit filet d'eau. Mais il est plus simple, plus sûr et plus économique de mettre le tuyau d'évent au contact de la souche des cheminées de cuisine, même à distance ; l'effet en est infaillible et continu. Un deuxième moyen consiste à isoler le siége de 0,02 c. du bord supérieur de la cuvette et de mettre le dessous de cette cuvette en communication avec un tuyau d'évent placé dans un angle élevé jusqu'au-dessus du toit et terminé par un aspirateur. Si on a le gaz à sa disposition, on pourra aussi creuser dans le mur un trou de 0,30 c. de haut sur 0,15 c. de large, et y mettre une petite lanterne (fig. 363) dont la face de devant sera fermée par un châssis vitré. La gaîne inférieure prendra naturellement son départ sous le siége ; ce moyen est employé avec succès dans les gares de chemin de fer où une lanterne suffit pour deux siéges. Il est excellent pour les hôpitaux qui peuvent, à défaut de gaz, envoyer quelques tuyaux d'eau chaude dans un renflement ménagé dans le tuyau direct. Dans tous les cas, ce tuyau sera terminé sur le toit et au point le plus élevé par un aspirateur qui le garantira de la pluie et utilisera la force du vent pour activer le tirage. Je n'ai pas besoin d'ajouter que quand on le pourra, il sera toujours bon de faire précéder un cabinet d'une double porte, ouvrant du dehors en dedans. Comme ce doit être l'endroit le plus propre de la maison, il doit recevoir en abondance lumière, eau et air. Il sera bon d'en tapisser les murs jusqu'à une certaine hauteur avec des plaques de faïence émaillées qui se prêtent aux dispositions les plus variées. Pour éviter la souillure des siéges, on y adjoindra un urinoir en porcelaine adossé au mur, avec robinet au-dessus et bonde siphoïde. Quant à la cuvette elle-même, la figure 368 indique la forme adoptée en Angleterre et qu'on ne saurait trop recommander pour intercepter toute commu-

nication avec les tuyaux de chute, ou la fosse, car les mécanismes, quelque parfaits qu'ils soient, ne sauraient intercepter complétement les gaz méphitiques. Les appareils anglais sont généralement trop compliqués. M. Renaud les a perfectionnés à Paris en les simplifiant et en y ajoutant un deuxième jet; celui du haut nettoie la cuvette, celui du bas agit sur le siphon et favorise la sortie des matières. Les dispositions ci-dessus ont pour effet d'éviter toute émanation

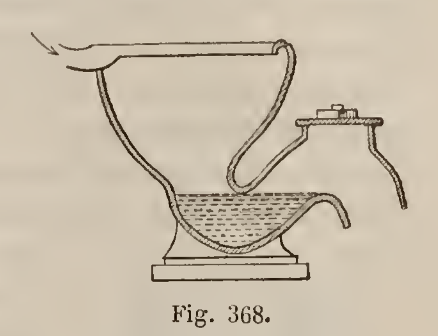


Fig. 368.

des fosses et les réparations plus ou moins fréquentes qu'entraîne un mécanisme, quelle que soit d'ailleurs sa simplicité. La figure 369 montre un appareil qui me semble réunir toutes les conditions de salubrité désirables :

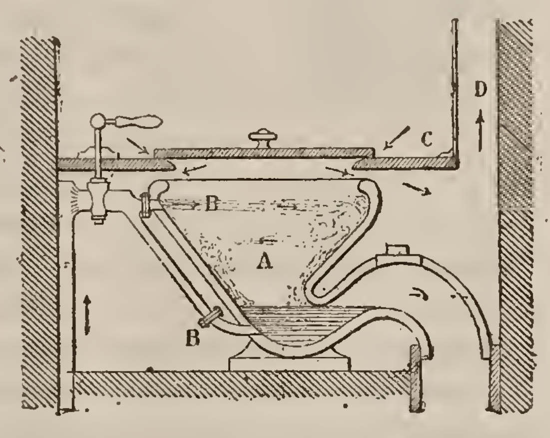


Fig. 369.

A est la cuvette avec siphon et tampon de dégorgement; B, arrivée d'eau en haut et en bas, pour laver les siphons et la cuvette; C, siége placé à 0,02 c. au-dessus de la cuvette pour admettre l'air du cabinet appelé au dehors par un bec de gaz ou un aspirateur dans la gaîne D. On aura soin de ne jamais placer de réservoir dans un cabinet sans trop-plein, envoyant l'eau à l'extérieur pour avertir des fuites.

Voyons maintenant les moyens qu'on a adoptés quand on n'a pas de fosses fixes et mobiles, et qu'il faut disposer des receptacles soit au-dessous des siéges, soit à l'extrémité d'un tuyau de chute. La figure 367 indique la disposition la plus simple pour la campagne. Il en est trois autres, dont l'une a été appliquée par M. Goux à Paris, l'autre par M. Moule en Angleterre et la troisième en Allemagne. La première consiste dans l'emploi de matières absorbantes, tannée, terre sèche, cendres, balayures, etc., bien tassées à l'intérieur d'une tonne mobile et autour d'un moule qu'on enlève une fois le tassement

opéré. Les matières, employées à l'état sec, retiennent toutes les émanations et une fois la tonne remplie et couverte de terre, elle se remplace et se transporte comme tout autre produit. C'est le système le plus commode pour les camps où l'on n'a pas toujours de l'eau en abondance et où quelques planches, rassemblées pour former abri, complètent l'installation.

Le deuxième système appelé à Londres « Moule's earth closet » est fondé sur la grande puissance d'absorption pour les gaz que possède la terre desséchée. La figure 370 donne l'idée de l'intérieur du mécanisme dépouillé de son enveloppe. L'appareil se compose, par conséquent, d'un réceptacle surmonté d'un réservoir, en forme de trémie, contenant la terre sèche et la laissant tomber en quantité suffisante chaque fois qu'on fait usage du siége, comme dans les compteurs à avoine. Le tout est caché dans une enveloppe sous forme de meuble. Quand on emploie l'appareil pour les chambres de malades, on peut mêler à la terre avec avantage du plâtre imprégné d'acide phénique ou de chlore et la désinfection est parfaite. Le troisième moyen, usité en Allemagne, consiste dans l'emploi de récipients remplis d'eau phéniquée qui noie les matières et en empêche la fermentation. Il va sans dire que chacun de ces systèmes n'est qu'un expédient, qu'ils exigent tous une surveillance très-sévère et que pour les hôpitaux, rien ne remplace l'appareil à siphon et l'enlèvement immédiat des matières par un courant d'eau aboutissant à l'égout.

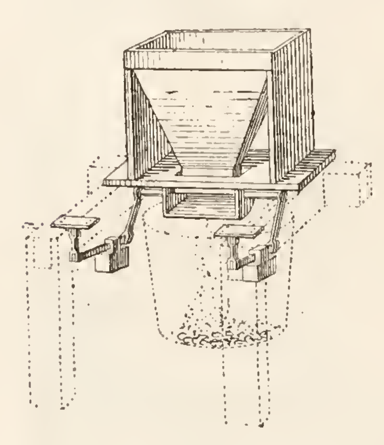
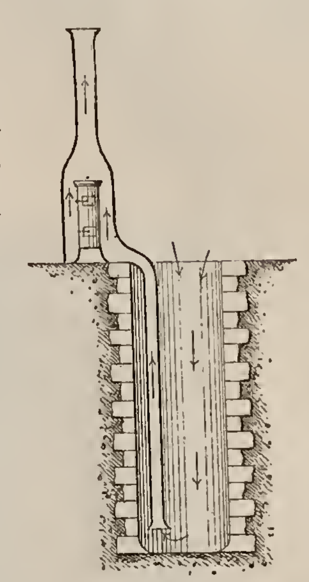


Fig. 370.

Pour terminer cette question si importante des cabinets d'aisance, rappelons un moyen simple et pratique de désinfecter les fosses ou puits dangereux pour les ouvriers.

On y descend ordinairement un réchaud allumé pour faire évacuer l'air vicié, mais un moyen plus efficace et plus continu, consiste à faire glisser au fond du puits un tuyau de tôle ouvert par le bas et communiquant sur le sol avec le foyer d'un poêle quelconque couvert d'une enveloppe (fig. 371). L'allumage du foyer détermine un courant descendant des plus actifs et permet d'inspecter le puits sans aucun danger.

Après les cabinets d'aisance, viennent les urinoirs publics, qui dans nos pays donnent une si pauvre idée de nos mœurs et du respect que nous avons pour les femmes. Il n'est pour ainsi dire pas d'églises ou de monuments qui ne servent à la fois d'asile pour les marchands de bric-à-brac et de dépôt d'inmondices, à moins que l'église ne soit entourée par une grille, et tout cela continue depuis que Jésus-Christ a chassé les vendeurs du temple! A Paris, Saint-Eustache, Saint-Severin, Saint-Roch, etc., etc., et, dans les départements, presque toutes les églises, sont étouffées par des constructions barbares et empoisonnées dans leurs abords. Quelle différence avec les églises protestantes aux États-Unis et en Angleterre! Parmi les exemples que nous pourrions prendre à nos voisins, nous pourrions citer (fig. 372, 373 et 374) une forme d'urinoir à une ou deux stalles, qui, au moins, cachent à la partie féminine du public les mystères de l'intérieur. Sur les murs on voit écrit l'indispensable mémento : « Please adjust your dress before leaving. »


Fig. 371.

Disons deux mots de la disposition des latrines publiques ou des cabinets des hôpitaux qui, sous prétexte de propreté, portent en arrière des lames inclinées qui forcent à s'asseoir sur le siége : il en résulte souvent des maladies contagieuses que nous ne pouvons que laisser entrevoir. Il est préférable de chercher la propreté par d'autres moyens.

Différents appareils ont été proposés pour rendre salubres les urinoirs. On a employé le chlorure de chaux, jeté à la volée autour des stalles; puis on a amené un filet d'eau à jet continu; mais il n'est jamais distribué régulièrement et surtout aux points nécessaires. L'essentiel, c'est qu'il n'y ait dans les appareils ni angles aigus, ni fentes, ni surfaces rugueuses qui abritent les matières solides et ne se prêtent pas à un nettoyage rapide. L'ardoise et le verre disposés en courbe forment les meilleures parois pour les murs. Nous avons mentionné l'excellente installation des gares du Nord, où un petit bec de gaz produit un appel continu d'air vicié. Si l'on se place au

point de vue agricole, on ne peut que regretter de voir perdre inutilement sur les voies publiques, qu'elles empoisonnent, les urines d'une population nombreuse. Quand on voudra en tirer

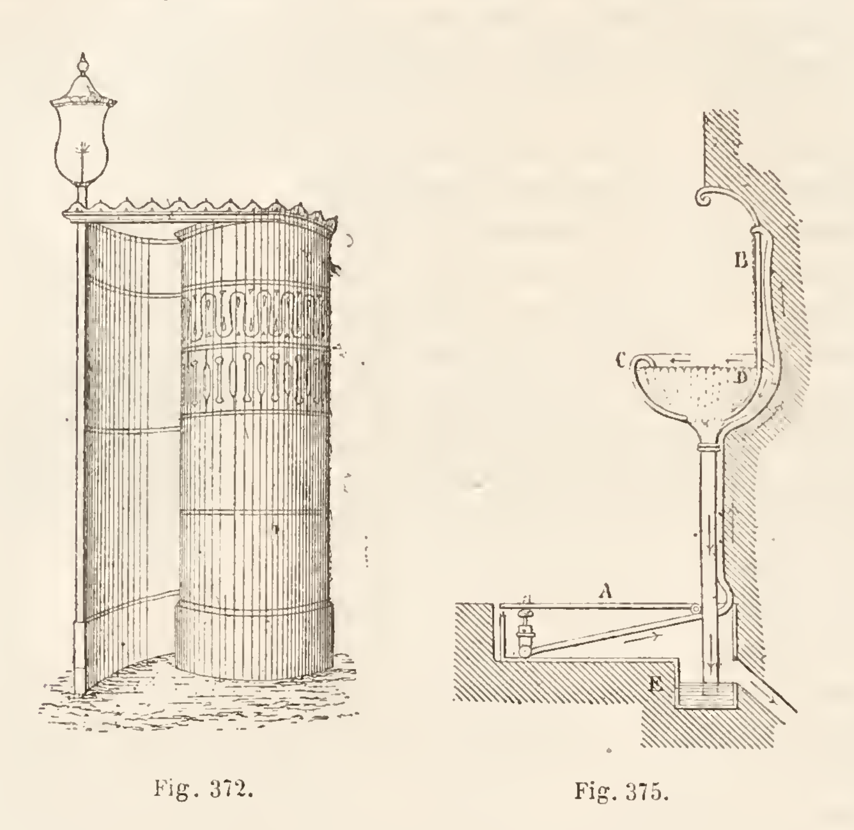


Fig. 372. Fig. 375.

parti, on installera sur les points convenables et hors de la vue des promeneurs, des tonnes enduites de plusieurs couches de goudron de houille. Ce simple moyen suffit pour empêcher l'infection, et les

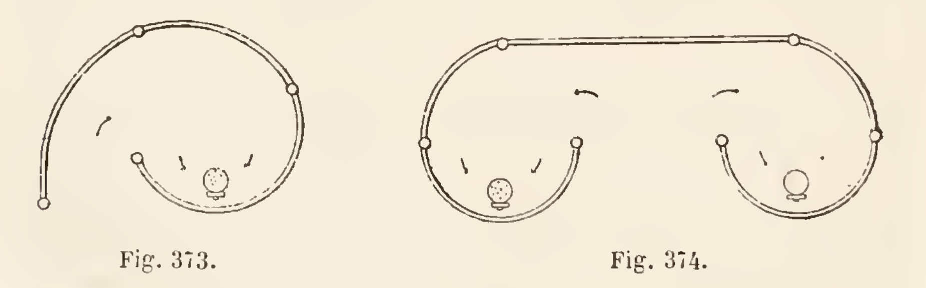


Fig. 373. Fig. 374.

tonnes remplacées de temps en temps par des voitures spéciales seront déversées avec profit dans les fosses à fumier des cultivateurs de la banlieue. Quant aux hôtels privés, la figure 375 montre une installation anglaise qui peut s'appliquer dans un angle ou un mur

de face et qui demande très-peu d'eau. Un robinet à ressort placé sous la plaque mobile A, alimente un double jet qui fonctionne à la fois en haut de la niche en B, et à l'intérieur de boudin C, du manière à laver toutes les parties de la cuvette. D est un trop-plein tombant dans le siphon E qui intercepte toute émanation extérieure.

FIN.

BIBLIOGRAPHIE.

460. Av. J. C. Hippocrate. *Traité des airs, des eaux et des lieux.*
1540. Apr. J. C. Seb. Serlio. *Traité d'architecture.* Venise, in-fol.
1553. Alberti Léon. *L'architecture et l'art de bâtir.* Paris, in-fol.
1619. Fr. Keslar. *Espargne du bois.* Oppenheim, in-8°.
1621. Jean Bernard. *Sauvegarde de la fumée.* Dijon, in-18.
1624. L. Savot. *L'architecture françoise des bastiments particuliers.* Paris, in-18.
1657. Geo. Agricola. *De re metallica.* Bâle, in-4°.
1713. Gauger. *La méchanique du feu.* Paris, in-12.
1720. J. Leo. Leutmann. *Vulcanus famulans oder Feuer Rukung.* Wittenberg, in-8°.
1735. Désaguliers. *Nouveau ventilateur.* (Philosophical transactions of the London royal Society. Tom. VIII.)
1744. M. E. Hales. *Description du ventilateur, etc.* Paris, in-18.
1745. Benj. Franklin. Ses *Mémoires et Correspondances.*
1745 et 1749. Sam. Sutton. *Nouvelle méthode de pomper l'air des vaisseaux.* Paris, in-18.
1756. Dom P. Hébrard. *Caminologie ou traité des cheminées.* Dijon, in-12.
1759. Duhamel du Monceau. *Moyen de conserver la santé aux équipages des vaisseaux.* Paris, in-18.
1759. Genneté. *Nouvelle construction de cheminées.* Liége, in-8.
1763. Marquis de Montalembert. *Cheminée-poéle.* Paris, in-8.
1767. Genneté. *Purification de l'air croupissant dans les hôpitaux.* Nancy, in-8°.
1786. Fossé. *Cheminée économique.* Paris, in-8.
1792. J. H. Sachtleben. *L'art d'économiser le bois*, traduit de l'allemand, par Goy. Paris, in-12.
1792. Cointereaux. *Le chauffage économique.* Paris, in-8°.
1796 à 1802. Benj. count of Rumford. *Essays political, economical and philosophical.* London.
1798. W. Robertson *Collection of various forms of stoves.* London, in-4°.

1802. Ph. Fr. Roth. *Ofen kochheerd-Kessel und Bratofen feuerungen*, avec une bibliographie des ouvrages publiés en Allemagne sur le chauffage. Nuremberg, in-12.

1803. Désarnod. *Instructions sur les foyers*. Paris, in-12.

1813. Fréville. *Manuel des frileux*. Paris, in-18.

1814. J. Huber. *Observations sur les abeilles*. Genève, in-8.

1816. Bonnemain. *Observations sur l'art de faire éclore, etc.* Paris, in-8°.

1818. Marquis de Chabannes. *On conducting air by forced ventilation*. London, in-8°.

1819. Ch. Sylvester. *Philosophy of domestic economy*. London, in-4°.

1825 et 1836. Th. Tredgold. *The principles of warming and ventilating buildings*. London, in-8°.

1826. A. Teyssèdre. *Le petit fumiste*. Paris, in-18.

1828. E. Pelouze. *Art du chauffage domestique*. Paris, in-18.

1829. Hamon. *L'art de chauffer*. Paris, in-8°.

1829. R. S. Mickleham. *Practical observations on ventilating and warming*. London, in-8°.

1829. E. Pelouze. *Le fumiste*. Paris, in-18.

1835. J. R. Armonville. *La clef de l'industrie et des sciences*. Paris, in-8°.

1836. W. S. Inman. *Report on ventilation, warming, etc.* London, in-8°.

1838 et 1855. Dr N. Arnott. *On the smokeless fire place, chimney valves, etc.* London, in-8°.

1839 à 1842. Robinet. *Expériences sur la ventilation des magnaneries*. Paris, in-8°.

1841. D'Arcet. *De l'application de la ventilation forcée aux magnaneries*. Paris, in-8°.

1843. D'Arcet. *Collection de mémoires relatifs à l'assainissement des ateliers*, recueillis par J. Grouvelle. Paris, in-4°.

1844. Dr B. Reid. *Illustrations of the theory and practice of ventilation*. London, in-8°.

1844. J. Webb. *Modern prisons, their construction and ventilation*. London, in-4°.

1845. W. Bernan. *History of warming and ventilating rooms and buildings*. London, in-18.

1845. J. Fournel. *L'art du fumiste*. Paris, in-4°.

1850. Boudin. *Études sur le chauffage*. Paris, in-8°.

1850. Rob. Scott Burn. *Practical ventilation*. Édimburg, in-18.

1850. Ardenni et Malepeyre. *Manuel du poêlier fumiste*. Paris, in-18.

1852. G. F. Eckstein. *A practical treatise on chimneys*. London, in-18.

1853. Boudin. *Nouvelles études sur le chauffage*. Paris, in-8°.

1853. E. Péclet. *Nouveaux documents relatifs au chauffage et à la ventilation des édifices publics*. Paris, in-4°.

1855 et 1869. Ch. Hood. *A practical treatise on warming buildings by hot water, etc.* London, in-8.

1856. Ch. J. Richardson. *Treatise on the warming and ventilation of buildings*. London, in-8°.

1856. C. Grassi. *Étude sur le chauffage et la ventilation de l'hôpital Lariboisière.* Paris, in-8°.

1857. Fairbarn, Glaisher et Wheatstone. *Report of the commission appointed by the house of commons to inquire into the best practical method of warming and ventilating dwelling-houses.* London, in-fol.

1857. L. E. Audot. *L'art de chauffer au thermosiphon.* Paris, in-4°.

1857. Rafarin. *Traité du chauffage des serres.* Paris, in-8°.

1858. Dr A. Tripier. *Sur la ventilation et l'éclairage des salles de spectacle.* Paris, in-8°.

1859. Vernois et Grassi. *Mémoire sur les appareils de chauffage à l'hôpital Necker.* Paris, in-8°.

1859. Ch. Hamal. *De l'aérage considéré sous le triple point de vue hygiénique, économique et scientifique.* Liége, in-8°.

1860. E. Trélat. *Le théâtre et l'architecte.* Paris, in-8°.

1861. E. Péclet. *Traité de la chaleur.* Paris, in-8°. 3e édition.

1861. John Sutherland, Burrel et Douglas Galton. *General report of the commission appointed for improving the sanitary condition of barracks and hospitals.* London, in-fol.

1861. *Discussion sur l'hygiène des hôpitaux à l'Académie de médecine.* Paris, in-8°.

1862. Rob. Ritchie. *A treatise on ventilation natural and artificial.* London, in-8°.

1862. H. Ruttan. *Ventilation and warming of buildings.* New-York, in-8°.

1862. A. Husson. *Études sur les hôpitaux.* Paris, in-4°.

1862. Blondel et Ser. *Rapports sur les hôpitaux civils de Londres.* Paris, in-4°.

1862. Karl Matthaen. *Der ofen baumeister.* Weimar, in-12.

1862. Dr Van Hecke. *Rapports relatifs au chauffage et à la ventilation, etc.* Paris, in-8°.

1863. A. Morin. *Études sur la ventilation.* Paris, in-8°.

1863 à 1873. *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers.* Paris, in-8°.

1863. G. Grimaux de Caux. *Des eaux publiques.* Paris, in-8°.

1864. A. Husson. *Note sur la ventilation des hôpitaux.* Paris, in-8°.

1864. *Discussion sur l'hygiène des hôpitaux devant la Société de chirurgie de Paris*, in-8°.

1864. Dr B. Reid. *Ventilation in American dwellings.* New-York, in-12.

1864. Dr A. Tripier. *Assainissement des théâtres.* Paris, in-8°.

1865. Th. Evans. *La Commission sanitaire aux États-Unis.* Paris, in-8°.

1865. F. Achard. *La réforme des hôpitaux par la ventilation renversée.* Paris, in-8°.

1865. Ch. Sarazin. *Essai sur les hôpitaux.* Paris, in-8°.

1865. T. Gallard. *Aération, ventilation et chauffage dans les hôpitaux.* Paris, in-8°.

1867. Ch. Tomlinson. *Rudimentary treatise on warming and ventilation.* London, in-18. 4e édition.

1867. H. Valerius. *Les applications de la chaleur.* Bruxelles, in-8°.

1867. P. de Montdésir et Lehaitre. *Ventilation par l'air comprimé.* Paris, in-8°.

1867. H. Blerzy. *Le chauffage et la ventilation.* « Revue des Deux-Mondes », février 1867.
1868. F. Edwards Jr. *On the ventilation of dwelling-houses.* London, in-8°.
1868. Dr Otto Buchner. *Zimmerofen und zimmerkamine, etc.* Weimar, in-18.
1868. Société centrale des architectes. *Conférences sur la ventilation et le chauffage des édifices.* Paris, in-8°.
1868. L. W. Leeds. *Lectures on ventilation.* New-York, in-8°.
1868. Max Vernois. *État hygiénique des lycées de l'Empire.* Paris, in-8°.
1868. A. Morin. *Manuel pratique du chauffage et de la ventilation.* Paris, in-8°.
1868. G. Derby. *Anthracite and health.* Boston, in-18.
1868 à 1870. Mille et Alf. Durand-Claye. *Notes et rapports sur l'utilisation des eaux d'égout.*
1869. Dr Carret. *Mémoire sur l'insalubrité des poêles de fonte.* Chambéry, in-8°.
1869. A. Mouchot. *De la chaleur solaire.* Paris, in-8°.
1869. Dr P. Castarède Labarthe. *Du chauffage et de la ventilation des habitations privées.* Paris, in-8°.
1869. F. Edwards Jr. *On the extravagant use of fuel in cooking operations.* London, in-8°.
1869. E. Duplessis. *De l'éclairage et de la ventilation des théâtres.* Revue moderne. Avril et mai. Paris, in-8°.
1869. F. Gallard. *Applications hygiéniques des différents procédés de chauffage et de ventilation.* Paris, in-8°.
1870. H. A. Gouge. *New system of ventilation.* New-York, in-8°.
1870. F. Edwards Jr. *Our domestic fire-places.* London, in-8°.
1870. J. Schatz. *Étude sur les hôpitaux sous tente.* Paris, in-8°.
1870. Ch. de Freycinet. *Principes de l'assainissement des villes.* Paris, in-8°.
1870. Max Vernois. *Codex hygiénique des lycées et collèges.* Paris, in-8°.
1871. Dr Fonssagrives. *La maison.* Paris, in-12, 2e édition.
1871. Baron N. de Derschau. *Étude sur le chauffage et la ventilation des wagons de voyageurs.* Paris, in-8°.
1871. Demoget et Brossard. *Étude sur la construction des ambulances temporaires.* Paris, in-8°.
1871. F. Edwards Jr. *A Treatise on smoky chimneys.* London, in-8°. 6e édition.
1871. Ch. Garnier. *Le théâtre.* Paris, in-8°.
1871. Edwin Chadwick. *Sanitary principles of school construction.* London, in-8°.
1872. Drysdale et Hayward. *Health and comfort in house Building.* London, in-8°.
1872. W. C. Gori. *Des hôpitaux-tentes et baraques.* Amsterdam, in-8°.
1872. W. Eassie. *Healthy houses.* London, in-18.
1872. F. Jœger. *Etudes sur les hôpitaux-baraques.* Paris, in-8°.
1873. J. Leyder. *Recherches sur la ventilation naturelle.* Bruxelles, in-8°.
1873. Drs Demarquay et Ricord. *Les Ambulances de la presse.* Paris, in-8°.

TABLE DES GRAVURES

FIN DE LA TABLE DES GRAVURES.

TABLE DES CHAPITRES.

CHAPITRE V.

CHAPITRE VI.

CHAPITRE VII.

FIN DE LA TABLE DES CHAPITRES.



